

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number :

10-248114

(43) Date of publication of application : 14.09.1998

(51)Int.Cl.

B60L 11/14  
B60K 6/00  
B60K 8/00  
B60K 17/04  
B60K 17/356  
B60L 11/08  
F02D 29/02

(21) Application number : 09-067335

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22) Date of filing : 04.03.1997

(72)Inventor : YAMAOKA MASAAKI

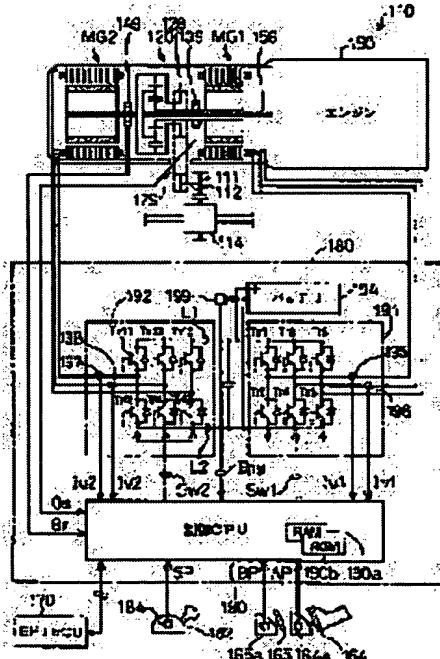
ABE TETSUYA

## (54) POWER OUTPUT DEVICE, AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To output power to a drive shaft at high efficiency by outputting the sum of the prescribed power and the power to be normally outputted to the drive shaft from a second prime mover when the command to stop the fuel supply to the prime mover is given.

**SOLUTION:** A power output device 110 performs the torque conversion of the power to be outputted from an engine 150, and outputs it to a ring gear shaft. The power output device regulates the power to be outputted from the engine 150, the electric energy to be regenerated or consumed by a motor MG1, and the electric energy to be consumed or regenerated by a motor MG2. The excessive electric energy is found to discharge a battery 194, or the insufficient electric energy is supplemented by the power stored in the battery 194. When the fuel supply to the engine 150 is stopped, the power is outputted from the ring gear shaft from the motor MG2 using the power stored in the battery 194 at the prescribed timing.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3412443

[Date of registration] 28.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the power output unit which outputs power to a driving shaft, and its control approach in detail about a power output unit and its control approach.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] Conventionally, the thing which comes to combine the torque converter using a fluid and a change gear as a power output unit which carries out torque conversion of the power outputted from a prime mover, and is outputted to a driving shaft was used. The torque converter in this equipment transmits power between both shafts through a flow of the fluid which has been arranged and was enclosed between the revolving shafts combined with the output shaft and change gear of a prime mover. In such a torque converter, in order to transmit power by flow of a fluid, slipping arises among both shafts and the energy loss according to this slipping occurs.

Correctly, this energy loss is expressed with a product with the torque then delivered the rotational frequency difference of both shafts to the output shaft of power, and is consumed as heat.

**[0003]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, by the car which carries such a power output unit as a source of power, when large power was required like [ when slipping between both shafts becomes large (for example, when running the time of start and ascent inclination at a low speed) ], there was a problem that the energy loss in a torque converter became large, and became what has low energy efficiency. Moreover, since the transmission efficiency of the power in a torque converter does not become 100% even if it is at the stationary transit time, for example compared with the transmission of manual system, the fuel consumption cannot but become low.

**[0004]** The power output unit of this invention solves an above-mentioned problem, and sets to one of the purposes to offer the equipment which outputs the power outputted from a prime mover to a driving shaft efficient.

**[0005]** In addition, the applicant did energy conversion to desired power with two motors not using the torque converter using a fluid by having had a prime mover, the planetary gear as a 3 shaft type power I/O means, two motors, and dc-batteries, and having used as planetary gear power stored in the power outputted from a prime mover, or a dc-battery in view of the above-mentioned problem, and has proposed what outputs this to a driving shaft (the Provisional-Publication-No. No. 30223 [ 50 to ] official report). Moreover, in a power output unit equipped with such a prime mover and planetary gear, two motors, and dc-batteries, since desired power is stabilized and outputted to a driving shaft, based on these rotational frequencies, what carries out drive control of the two motors has been proposed so that the rotational frequency of the sun gear of planetary gear, or a ring wheel and three shafts of a planetary carrier may turn into a desired rotational frequency (Japanese Patent Application No. No. 274112 [ eight to ]).

**[0006]** However, to these proposals, the processing at the time of the fuel cut to the prime mover which can be performed when the power outputted from a prime mover is small is not indicated. Since the direct output of a part of power outputted from a prime mover is carried out to a driving shaft through planetary gear, if the fuel for a prime mover is cut, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover will also change with sudden change of the power outputted from a prime mover. Change of the rotational frequency of such an output shaft is reflected also in the

revolving shaft of two motors through planetary gear. Feedback control is carried out so that change of such an engine speed may be negated, but since the change of the power outputted from a prime mover to control of this motor of two motors is earlier, a torque shock will produce them in a driving shaft. In addition to this, as for the torque shock produced in a driving shaft, a having [ the feedback control of two motors / in the case of PI control ]-integral term \*\*\*\* thing is also considered.

[0007] Then, the power output unit and its control approach of this invention set to make energy efficiency higher to one of the purposes by performing the fuel cut to a prime mover. Moreover, the power output unit and its control approach of this invention set to one of the purposes to reduce the torque shock which may be produced in a driving shaft at the time of the fuel cut to a prime mover.

[0008]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] The power output unit and its control approach of this invention took the following means, in order to attain a part of above-mentioned purpose [ at least ].

[0009] The prime mover by which the power output unit of this invention has an output shaft, and the 1st motor which have a revolving shaft, and output and input power to this revolving shaft, When it has three shafts respectively combined with the 2nd motor which outputs and inputs power to a driving shaft, and said driving shaft, said output shaft and said revolving shaft and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the this power outputted and inputted to one residual shaft, It has a target power setting means to set up the target power outputted to said driving shaft, and the drive control means which carries out drive control of said prime mover, said 1st motor, and said 2nd motor so that said this set-up target power may be outputted to said driving shaft. It is the power output unit which outputs power to said driving shaft. Said drive control means A target rotational frequency setting means to set up the target rotational frequency of said output shaft based on said target power, When the stop order of the motor control means which carries out drive control of said the 1st motor and said 2nd motor so that said output shaft may rotate at the set-up this target rotational frequency, and the fuel for said prime mover is made, Irrespective of drive control of said 2nd motor by said motor control means, to predetermined timing Let it be a summary to have the fuel halt tense means which carries out drive control of this 2nd motor so that the power of the sum of predetermined power and the power calculated as power which should be outputted from said 2nd motor by said motor control means may be outputted.

[0010] The power output unit of this this invention outputs and inputs the power which becomes settled based on the power with which a 3 shaft type power I/O means to have three shafts respectively combined with the driving shaft to which I/O of power is carried out by the 2nd motor, the output shaft of a prime mover, and the revolving shaft to which I/O of power is carried out by the 1st motor was outputted and inputted when power was outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts to one residual shaft. A drive control means carries out drive control of a prime mover, the 1st motor, and the 2nd motor so that the target power outputted to the driving shaft set up by the target power setting means may be outputted to a driving shaft. The motor control means with which a drive control means is equipped carries out drive control of the 1st motor and 2nd motor so that the output shaft of a prime mover may rotate at the target rotational frequency set up based on target power by the target rotational frequency setting means. A fuel halt tense means is predetermined timing irrespective of drive control of the 2nd motor by the motor control means, when the stop order of the fuel for a prime mover is made. Drive control of the 2nd motor is carried out so that the power of the sum of predetermined power and the power calculated as power which should be outputted from the 2nd motor by the motor control means may be outputted.

[0011] According to the power output unit of such this invention, since the power of the sum of predetermined power and the power which should usually be outputted is outputted to a driving shaft from the 2nd motor to predetermined timing when the stop order of the fuel for a prime mover is made, the torque shock at the time of the fuel cut to a prime mover can be made small.

Predetermined timing is timing which a torque shock produces here, and predetermined power is the power of the direction which negates a torque shock.

[0012] In the power output unit of this this invention, said drive control means shall be equipped with a timing setting means to set up said predetermined timing based on the rotational frequency of

said output shaft, or said drive control means shall be equipped with a predetermined power setting means to set up said predetermined power based on the rotational frequency of said output shaft. If it carries out like this, according to the rotational frequency of the output shaft of a prime mover, a torque shock can be negated with more exact power to more exact timing.

[0013] In the power output unit of this invention, when it replaces with said fuel halt tense means and the stop order of the fuel for said prime mover is made, it shall have the means which carries out drive control of this 1st motor so that the torque of the abbreviation value 0 may be outputted to predetermined timing irrespective of drive control of said 1st motor by said motor control means. In this mode, since the revolving shaft combined with one of three shafts of 3 shaft type power output means is made free, it can extract to the revolving shaft which made free the torque shock at the time of the fuel cut to a prime mover, and the torque shock to a driving shaft can be reduced. Said drive control means shall be equipped with a timing setting means to set up said predetermined timing based on the rotational frequency of said output shaft, in this mode. If it carries out like this, according to the rotational frequency of a prime mover, a revolving shaft can be made free to more exact timing, and a torque shock can be reduced to more exact timing.

[0014] Moreover, in the power output unit of this invention, when it replaces with said fuel halt tense means and the stop order of the fuel for said prime mover is made, it shall have the prime-mover control means which carries out the operation control of this prime mover so that the power outputted from said prime mover may become small gradually. According to this mode, since the method of change of the power outputted from a prime mover to control by the motor becomes late, it can prevent that a torque shock arises in a driving shaft.

[0015] The prime mover by which the control approach of the power output unit of this invention has an output shaft, and the 1st motor which have a revolving shaft, and output and input power to this revolving shaft, When it has three shafts respectively combined with the 2nd motor which outputs and inputs power to a driving shaft, and said driving shaft, said output shaft and said revolving shaft and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, It is the control approach of a power output unit equipped with a 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the this power outputted and inputted to one residual shaft. (a) Set up the target power outputted to said driving shaft, and the target rotational frequency of said output shaft is set up based on the (b) this set-up target power. (c) While carrying out drive control of said the 1st motor and said 2nd motor so that said output shaft may rotate at the set-up this target rotational frequency (d) when the stop order of the fuel for said prime mover is made, to predetermined timing irrespective of drive control of said 2nd motor by the step (c) Let it be a summary to carry out drive control of this 2nd motor so that the power of the sum of predetermined power and the power calculated as power which should be outputted from said 2nd motor by the step (c) may be outputted.

[0016] According to the power output unit of this invention, since the power of the sum of predetermined power and the power which should usually be outputted is outputted to a driving shaft from the 2nd motor to predetermined timing when the stop order of the fuel for a prime mover is made, the torque shock at the time of the fuel cut to a prime mover can be made small.

Predetermined timing is timing which a torque shock produces here, and predetermined power is the power of the direction which negates a torque shock.

[0017] By the control approach of the power output unit of this invention, when it replaces with said step (d) and the stop order of the fuel for said prime mover is made, it shall have the step which carries out drive control of said 1st motor so that the torque of the abbreviation value 0 may be outputted to predetermined timing irrespective of drive control of said 1st motor by the step (c). If it carries out like this, since the revolving shaft combined with one of three shafts of 3 shaft type power output means will be made free, it can extract to the revolving shaft which made free the torque shock at the time of the fuel cut to a prime mover, and the torque shock to a driving shaft can be reduced.

[0018] Moreover, by the control approach of the power output unit of this invention, when it replaces with said step (d) and the stop order of the fuel for said prime mover is made, it shall have the step which carries out the operation control of this prime mover so that the power outputted from said prime mover may become small gradually. If it carries out like this, since the method of change of

the power outputted from a prime mover to control by the motor will become late, it can prevent that a torque shock arises in a driving shaft.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. It is the block diagram showing the outline configuration of the car with which the block diagram in which drawing 1 shows the outline configuration of the power output unit 110 as one example of this invention, and drawing 2 incorporated the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of an example, and drawing 3 incorporated the power output unit 110 of an example. It explains from the configuration of the whole car using drawing 3 first on account of explanation.

[0020] This car is equipped with the engine 150 which outputs power by using a gasoline as a fuel as shown in drawing 3. This engine 150 inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 166 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 151 to a combustion chamber 152, and changes into rotation of a crankshaft 156 movement of the piston 154 depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle valve 166 is carried out by the actuator 168. An ignition plug 162 forms a spark with the high voltage drawn through the distributor 160 from the ignitor 158, and gaseous mixture is lit by the spark and carries out explosion combustion of it by it.

[0021] Operation of this engine 150 is controlled by the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 170. The various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170. For example, it is the rotational frequency sensor 176, the angle-of-rotation sensor 178, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 174 and distributor 160 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 167 which detects the opening (position) of a throttle valve 166, the inlet-pipe negative pressure sensor 172 which detects the load of an engine 150, and an engine 150, and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 156. In addition, although the starting switch 179 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU170 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0022] The crankshaft 156 of an engine 150 is mechanically combined with the power transfer gear 111 which sets a revolving shaft as a driving shaft 112 through planetary gear 120, the motor MG 1, and Motor MG 2 which are mentioned later, and gear association of this power transfer gear 111 is carried out at the differential gear 114. Therefore, finally the power outputted from the power output unit 110 is transmitted to the driving wheel 116,118 on either side. It connects with the control unit 180 electrically, and drive control of a motor MG 1 and the motor MG 2 is carried out by this control unit 180. Although the configuration of a control unit 180 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and accelerator pedal position sensor 164a prepared in the shift position sensor 184 formed in the shift lever 182 or the accelerator pedal 164, brake-pedal position sensor 165a prepared in the brake pedal 165 are connected. Moreover, the control unit 180 is exchanging various information by EFIECU170 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0023] As shown in drawing 1, the power output unit 110 of an example consists of control units 180 which carry out drive control of the motor MG 2 combined with the ring wheel 122 of the motor MG 1 greatly combined with the sun gear 121 of planetary gear 120 and planetary gear 120 with which the planetary carrier 124 was mechanically combined with the crankshaft 156 of an engine 150 and an engine 150, and planetary gear 120, and the motors MG1 and MG2.

[0024] Drawing 2 explains the configuration of planetary gear 120 and motors MG1 and MG2. The sun gear 121 combined with the sun gear shaft 125 in the air with which planetary gear 120 penetrated the shaft center to the crankshaft 156, The ring wheel 122 combined with the crankshaft 156 and the ring wheel shaft 126 of the same axle, Two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121 and a ring wheel 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated, It consists of planetary carriers 124 which are combined with the edge of a crankshaft 156 and support the revolving shaft of each planetary pinion gear 123 to revolve. In these planetary gear 120, the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121, the ring wheel 122, and the planetary carrier 124, respectively, the ring wheel shaft 126, and three shafts of a

crankshaft 156 are used as the I/O shaft of power, and if the power outputted and inputted among three shafts to any 2 shafts is determined, the power outputted and inputted by one residual shaft will become settled based on the power outputted and inputted biaxial [ which was determined ]. In addition, the detail about I/O of the power to three shafts of these planetary gear 120 is mentioned later.

[0025] The power fetch gear 128 for the ejection of power is combined with the ring wheel 122. This power fetch gear 128 is connected to the power transfer gear 111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111.

[0026] A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has two or more permanent magnets 135 in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil 134 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 132 is combined with the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, is formed, and is being fixed to the case 119. This motor MG 1 operates as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and the field formed with the three phase coil 134, and operates as a generator which makes the both ends of the three phase coil 134 produce electromotive force by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and rotation of Rota 132. In addition, the resolver 139 which detects the angle-of-rotation thetas is formed in the sun gear shaft 125.

[0027] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has two or more permanent magnets 145 in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil 144 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 142 is combined with the ring wheel shaft 126 combined with the ring wheel 122 of planetary gear 120, and the stator 143 is being fixed to the case 119. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, and is formed. It operates as a motor or a generator like [ this motor MG 2 ] a motor MG 1. In addition, the resolver 149 which detects the angle-of-rotation thetar is formed in the ring wheel shaft 126.

[0028] Next, the control unit 180 which carries out drive control of the motors MG1 and MG2 is explained. As shown in drawing 1, the control unit 180 consists of dc-batteries 194 which are the control CPU 190 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 191 which drives a motor MG 1, the 2nd drive circuit 192 which drives a motor MG 2, and both the drive circuit 191,192. Control CPU 190 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM190a for work pieces, ROM190b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU170, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 190, angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, The accelerator pedal position AP from angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, and accelerator pedal position sensor 164a (the amount of treading in of an accelerator pedal) The brake-pedal position BP from brake-pedal position sensor 165a (the amount of treading in of a brake pedal), The shift position SP from the shift position sensor 184 The remaining capacity of the current values Iu1 and Iv2 from two current detectors 195,196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values Iu2 and Iv2 from two current detectors 197,198 prepared in the 2nd drive circuit 192, and a dc-battery 194 The remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 199 to detect etc. is inputted through input port. In addition, what the remaining capacity detector 199 measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 194 or the weight of the whole dc-battery 194, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a dc-battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for a current are known.

[0029] Moreover, from control CPU 190, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil

(UVW) 34 of a motor MG 1 is connected at the node. Power-source Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 190 since it connects with the plus [ of a dc-battery 194 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil of the three phase coil 134 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 134.

[0030] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil 144 of a motor MG 2. [ as well as the 1st drive circuit 191 ] Therefore, the transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 190 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 144 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 144.

[0031] Actuation of the power output unit 110 of the example which explained the configuration above is explained. The principle of operation of the power output unit 110 of an example, especially the principle of torque conversion are as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 of an engine speed Ne and Torque Te and operating the ring wheel shaft 126 on the operation point P2 of an engine speed Nr which is different although it is the same energy as the energy Pe outputted from this engine 150, and Torque Tr, the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on the ring wheel shaft 126 is considered. The engine 150 at this time, the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, and the relation of torque are shown in drawing 4 .

[0032] According to the place which device study teaches, the relation between the rotational frequency in three shafts (the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and planetary carrier 124 (crankshaft 156)) of planetary gear 120 or torque can be expressed as drawing called the collinear Fig. illustrated to drawing 5 and drawing 6 , and can be solved geometrically. In addition, the rotational frequency of three shafts and the relation of torque to planetary gear 120 are also analyzable in formula by calculating the energy of each shaft etc., even if it does not use an above-mentioned collinear Fig. By this example, since explanation is easy, it explains using a collinear Fig.

[0033] The axis of ordinate in drawing 5 is a rotational frequency shaft of three shafts, and an axis of abscissa expresses the ratio of the location of the axis of coordinates of three shafts. That is, when the axes of coordinates S and R of the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 are taken to both ends, the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 is defined as a shaft which divides Shaft S and Shaft R interiorly to 1:rho. rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122 here, and it is expressed with a degree type (1).

[0034]

[Equation 1]

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots \dots (1)$$

[0035] The engine 150 is operated at the rotational frequency Ne, since the case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency Nr is considered, the rotational frequency Ne of an engine 150 can be now plotted on the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 with which the crankshaft 156 of an engine 150 is combined, and a rotational frequency Nr can be plotted on the axis of coordinates R of the ring wheel shaft 126. If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency expressed on the intersection of this straight line and axis of coordinates S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency Ns by the proportion equation (degree type (2)) using a rotational frequency Ne and a rotational frequency Nr. Thus, in planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0036]

[Equation 2]

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1+\rho}{\rho} \quad \dots \dots (2)$$

[0037] Next, the torque  $Te$  of an engine 150 is made to act on the drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 into line of action. Since a collinear of operation can be dealt with as the rigid body at the time of making the force as a vector act to torque at this time, the torque  $Te$  made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque  $Tes$  on an axis of coordinates S, and the torque  $Ter$  on an axis of coordinates R with the technique of separation of the force to two parallel different line of action. The magnitude of Torque  $Tes$  and  $Ter$  is expressed by a degree type (3) and (4) at this time.

[0038]

[Equation 3]

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots \dots (3)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots \dots (4)$$

[0039] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. That is, magnitude is the same as Torque  $Tes$ , the torque  $Tm1$  with the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque and Torque  $Ter$  with the opposite sense on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque  $Tr$  outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense makes the opposite torque  $Tm2$  act on an axis of coordinates S. This torque  $Tm1$  can act by the motor MG 1, and torque  $Tm2$  can be made to act by the motor MG 2. Since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy  $Pm1$  expressed with the product of torque  $Tm1$  and a rotational frequency  $Ns$  from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy  $Pm2$  expressed by the product of torque  $Tm2$  and a rotational frequency  $Nr$ .

[0040] Here, if electrical energy  $Pm1$  and electrical energy  $Pm2$  are made equal, all the power consumed by the motor MG 2 can be revived by the motor MG 1, and it can be provided. What is necessary is for that just to make equal the thing which outputs all the inputted energy then the energy  $Pe$  outputted from an engine 150 since it is good, and energy  $Pr$  outputted to the ring wheel shaft 126. That is, the energy  $Pe$  expressed with the product of Torque  $Te$  and a rotational frequency  $Ne$  and energy  $Pr$  expressed with the product of Torque  $Tr$  and a rotational frequency  $Nr$  are made equal. If it compares with drawing 4, torque conversion will be carried out and the power expressed with the torque  $Te$  outputted from the engine 150 currently operated on the operation point P1 and a rotational frequency  $Ne$  will be outputted to the ring wheel shaft 126 as power expressed with the same energy at Torque  $Tr$  and a rotational frequency  $Nr$ . As mentioned above, the power outputted to the ring wheel shaft 126 is transmitted to a driving shaft 112 by the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and is transmitted to a driving wheel 116,118 through a differential gear 114. Therefore, since linear relation is materialized for the power outputted to the ring wheel shaft 126, and the power transmitted to a driving wheel 116,118, the power transmitted to a driving wheel 116,118 is controllable by controlling the power outputted to the ring wheel shaft 126.

[0041] Although the engine speed  $Ns$  of the sun gear shaft 125 is forward in the collinear Fig. shown in drawing 5, as shown in the collinear Fig. shown in drawing 6  $R > 6$ , it may become negative at the engine speed  $Ne$  of an engine 150, and the engine speed  $Nr$  of the ring wheel shaft 126. At this time, by the motor MG 1, since the direction of rotational and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy  $Pm1$  expressed by the product of torque  $Tm1$  and a rotational frequency  $Ns$ . On the other hand, by the motor MG 2, since the direction of rotational and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy  $Pm2$  expressed by the product of torque  $Tm2$  and a rotational frequency  $Nr$  from the ring wheel shaft 126. In this case, if electrical energy  $Pm1$  consumed by the motor MG 1 and electrical energy  $Pm2$  revived by the motor MG 2 are made equal,

electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 can be exactly provided by the motor MG 2. [0042] As mentioned above, although the fundamental torque conversion in the power output unit 110 of an example was explained The power outputted from an engine 150 besides the actuation which the power output unit 110 of an example carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 150, and is outputted to the ring wheel shaft 126 (product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ ), By adjusting electrical energy  $P_{m1}$  revived or consumed by the motor MG 1, and electrical energy  $P_{m2}$  consumed or revived by the motor MG 2 It can consider as the actuation which finds out excessive electrical energy and discharges a dc-battery 194, or can also consider as various actuation, such as actuation with which the electrical energy running short is compensated with the power stored in the dc-battery 194. Moreover, it can also consider as the actuation which outputs power to the ring wheel shaft 126 from a motor MG 2 using the power stored in the dc-battery 194 where the fuel to an engine 150 is cut.

[0043] In addition, the above principle of operation explained the conversion efficiency of the power by planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2 and a transistor Tr1, or Tr16 as a value 1 (100%). Since it is less than one value in fact, it is necessary to make energy  $P_r$  which makes a bigger value a little than the energy  $P_r$  which outputs the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 to the ring wheel shaft 126, or is conversely outputted to the ring wheel shaft 126 into a value [ a little ] smaller than the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. For example, what is necessary is just to consider as the value computed by multiplying by the inverse number of conversion efficiency by the energy  $P_r$  outputted to the ring wheel shaft 126 in the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. Moreover, what is necessary is to consider as the value computed from what multiplied the power revived by the motor MG 1 in the condition of the collinear Fig. of drawing 5 in the torque  $T_m2$  of a motor MG 2 by the effectiveness of both motors, and just to compute the power consumed by the motor MG 1 in the condition of the collinear Fig. of drawing 6 from what was broken by effectiveness of both motors. In addition, although energy is lost as heat by machine friction etc. in planetary gear 120, there are very few the amounts of loss, if it sees from the amount of whole, and the effectiveness of the synchronous motor used for motors MG1 and MG2 is very close to a value 1. Moreover, very small things, such as GTO, are known also for a transistor Tr1 thru/or the on resistance of Tr16. Therefore, since it becomes a thing near a value 1, and the following explanation is also easy for explanation, the conversion efficiency of power is dealt with as a value 1 (100%), unless it shows clearly.

[0044] Next, the actual condition of the torque control in the power output unit 110 of such an example is explained based on the torque control routine illustrated to drawing 7 . This routine is repeatedly performed for every (every [ for example, ] 100msec) predetermined time, after setting directions of initiation of operation of an operator, for example, an ignition switch, to ON. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform first processing which reads the rotational frequency  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 (step S100). It can ask for the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 from angle-of-rotation theta detected by the resolver 149.

[0045] Then, processing which inputs the accelerator pedal position AP detected by accelerator pedal position sensor 164a is performed (step S102). Since an accelerator pedal 164 is broken in when it senses that an operator's output torque is insufficient, the accelerator pedal position AP corresponds to the output torque (namely, torque which should be outputted to a driving wheel 116,118) which the operator wants. If the accelerator pedal position AP is read, processing which derives torque command value  $Tr^*$  which is the desired value of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 based on the read accelerator pedal position AP and the rotational frequency  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 will be performed (step S104). The torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is derived without the ability being able to draw the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118 here because the ring wheel shaft 126 will result in deriving the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118, if the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is derived, since it is mechanically combined with the driving wheel 116,118 through the power fetch gear 128, the power transfer gear 111, and the differential gear 114. In addition, in the example, the value of torque command value  $Tr^*$  shall be derived based on the map which memorized beforehand the map in which the relation between the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126, and the accelerator pedal position AP and torque command value  $Tr^*$  is

shown to ROM190b, and was memorized to the read accelerator pedal position AP, the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126, and ROM190b when the accelerator pedal position AP was read. An example of this map is shown in drawing 8 .

[0046] Next, from drawn torque command value  $Tr^*$  and the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126, the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is searched for by count ( $Pr=Tr^* \times Nr$ ) (step S106), and the energy  $Pr$  searched for is compared with a threshold  $Pref$  (step S108). Here, a threshold  $Pref$  is set as the minimum value of the efficient energy in which an output is possible, or a larger value a little than this from an engine 150, and is defined with the property of an engine 150. In the example, when an engine 150 was operated by the threshold  $Pref$  on the point  $A_{min}$  displayed on the explanatory view of drawing 9 mentioned later, the energy outputted from an engine 150 was set to it.

[0047] When the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is larger than a threshold  $Pr$ , while setting a value 0 as the fuel cut flag FFC (step S110), a value 0 is set as the cancellation torque  $Tmc$  (step S112). Here, the fuel cut flag FFC is a flag which judges [ which supplies the fuel to an engine 150 / or or ] whether a halt is carried out, and is torque set up in order that the cancellation torque  $Tmc$  may cancel the torque shock which may be produced on the ring wheel shaft 126 at the time of the fuel cut to an engine 150. At step S112, since the fuel cut to an engine 150 is not performed, a value 0 is set to the cancellation torque  $Tmc$ .

[0048] Then, processing which sets up target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 and target torque  $Te^*$  based on the energy  $Pr$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is performed (step S114). Here, since the energy  $Pe$  outputted from an engine 150 is equal to the product of the Torque  $Te$  and engine speed  $Ne$ , the relation with target torque  $Te^*$  of Energy  $Pr$  and an engine 150 and target engine-speed  $Ne^*$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 becomes  $Pr=Pe=Ne^* \times Te^*$ . The combination of target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $Ne^*$  which satisfy this relation exists innumerable. So, in an example, an engine 150 is operated by experiment etc. in the condition that effectiveness is high as much as possible, to each energy  $Pr$ . And it asks for the operation point from which the operational status of an engine 150 changes smoothly to change of Energy  $Pr$  as a combination of target torque  $Te^*$  and target rotational frequency  $Ne^*$ . This shall be beforehand memorized as a map to ROM190b, and the combination of target torque  $Te^*$  and target rotational frequency  $Ne^*$  corresponding to Energy  $Pr$  shall be derived from this map. This map is explained further.

[0049] Drawing 9 is a graph which shows the relation between the operation point of an engine 150, and the effectiveness of an engine 150. The curve B in drawing shows the boundary of the field which can operate an engine 150. it is like [ the field which can operate an engine 150 ] the curve alpha 1 which shows the operation point with the same effectiveness according to the property thru/or alpha 6 -- etc. -- an effectiveness line can be drawn. Moreover, the curve 1 with the fixed energy expressed with the product of Torque  $Te$  and a rotational frequency  $Ne$ , for example, curvilinear C1-C, and C3-C3 can be drawn on the field which can operate an engine 150. In this way, if the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 is expressed for the effectiveness of each operation point as an axis of abscissa along with drawn curvilinear C1-C1 of energy regularity thru/or C3-C3, it will become like the graph of drawing 10 .

[0050] But the effectiveness of an engine 150 differs greatly by on which operation point it operates with the same energy to output so that it may illustrate. For example, on the fixed curvilinear C1-energy C 1, the effectiveness can be made the highest by operating an engine 150 on the operation point A1 (torque  $Te$  1, rotational frequency  $Ne$ 1). In curvilinear C2-C2 of output energy regularity, and C3-C3, the operation point with such highest effectiveness exists on the curve of each energy regularity so that the operation point A2 and A3 may correspond, respectively. The curve A in drawing 9 is connected with the line which continues the operation point with which the effectiveness of an engine 150 becomes as high as possible to each energy  $Pr$  based on these things. In the example, target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target engine-speed  $Ne^*$  were set up using what used each operation point on this curve A (Torque  $Te$ , engine speed  $Ne$ ), and relation with Energy  $Pr$  as the map.

[0051] Here, Curve A is connected with a continuous curve because the operational status of an engine 150 will change suddenly and it cannot shift to target operational status smoothly depending

on extent of the change, but knocking may be produced or it may stop, when Energy Pr changes ranging over the discontinuous operation point if the operation point of an engine 150 is defined with a discontinuous curve to change of Energy Pr. Therefore, if Curve A is connected with a continuous curve in this way, each operation point on Curve A may not turn into the operation point with the highest effectiveness on the curve of energy regularity. In addition, among drawing 9, the operation point Amin with which it is expressed at Torque Temin and an engine speed Nemmin is the operation point of the threshold energy in which an engine 150 to an output is possible, and when operated on this operation point, it is in agreement with the threshold Pref which the value of the energy Pe outputted from an engine 150 mentioned above.

[0052] If target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target engine-speed  $Ne^*$  are set up, control CPU 190 will calculate target engine-speed  $Ns^*$  of the sun gear shaft 125 by replacing with the engine speed  $Ne$  of an engine 150, and substituting target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 150 for the formula (2) mentioned above (step S116). And each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 is performed using target rotational frequency  $Ne^*$  of the set-up engine 150, target torque  $Te^*$ , target rotational frequency  $Ns^*$  of the sun gear shaft 125, the fuel cut flag FFC, etc. (step S130 thru/or S134). In the example, on account of illustration, although each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 was indicated as a separate step, these control is performed to coincidence in parallel and synthetically in fact. For example, while control CPU 190 performs control of a motor MG 1 and a motor MG 2 in parallel with coincidence using interruption processing, EFIECU170 which received directions by communication link is made to also perform control of an engine 150 to coincidence.

[0053] Control (step S130 of drawing 7) of a motor MG 1 is made by the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 11. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform first processing which inputs the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125 (step S140). Here, it can ask for the engine speed  $Ns$  of the sun gear shaft 125 by angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 detected by the resolver 139. Next, using the rotational frequency  $Ns$  and target rotational frequency  $Ns^*$  of the sun gear shaft 125, torque command value  $Tr^*$ , etc., torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 is computed by the degree type (5), and it sets up (step S142). The 1st term of the right-hand side in a formula (5) is searched for here from balance of drawing 5 and the collinear of operation in the collinear Fig. of drawing 6, the 2nd term of the right-hand side is a proportional which negates the deflection to target rotational frequency  $Ns^*$  of a rotational frequency  $Ns$ , and the 3rd term of the right-hand side is an integral term which abolishes steady-state deviation. Therefore, torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 will be set up by the steady state equally to  $Tr^* \times \rho$  of the 1st term of the right-hand side searched for from balance of a collinear of operation (when the deflection from target rotational frequency  $Ns^*$  of a rotational frequency  $Ns$  is a value 0). In addition,  $K1$  and  $K2$  in a formula (5) are a proportionality constant.

[0054]

[Equation 4]

$$Tm1^* \leftarrow Tr^* \times \rho + K1(Ns^* - Ns) + K2 \int (Ns^* - Ns) dt \quad \dots \dots (5)$$

[0055] Then, angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 is inputted from a resolver 139 (step S144), and processing which searches for the electrical angle theta 1 of a motor MG 1 from angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 is performed (step S146). In the example, since the synchronous motor of four pole pairs is used as a motor MG 1,  $\theta_{el1} = 4\theta_{rot}$  will be calculated. And processing which detects the currents  $Iu1$  and  $IV1$  which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 134 of a motor MG 1 with the current detector 195,196 is performed (step S148). Although the current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase -2 phase-number conversion) is performed using the current of the obtained three phase (step S150). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (6). Coordinate transformation is performed in the synchronous motor of a

permanent-magnet type here because it is an amount with the current of d shaft and q shaft essential when controlling torque. It is also possible to control from the first with a three phase.

[0056]

[Equation 5]

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta1 - 120) & \sin \theta1 \\ -\cos(\theta1 - 120) & \cos \theta1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu1 \\ Iv1 \end{bmatrix} \quad \dots \dots (6)$$

[0057] Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value  $Id1^*$  of each shaft searched for from torque command value  $Tm1^*$  in a motor MG 1,  $Iq1^*$ , the currents  $Id1$  and  $Iq1$  that actually flowed on each shaft, and deflection, and calculates the electrical-potential-difference command values  $Vd1$  and  $Vq1$  of each shaft is performed (step S152). That is, the following formulas (7) are calculated first and then a degree type (8) is calculated. Here,  $Kp1$ ,  $Kp2$ ,  $Ki1$ , and  $Ki2$  are multipliers respectively. These multipliers are adjusted so that the property of the motor to apply may be suited. In addition, the electrical-potential-difference command values  $Vd1$  and  $Vq1$  are calculated from the part (the 1st term of the formula (8) right-hand side) proportional to deflection  $**I$  with current command value  $I^*$ , and an accumulated part (the 2nd term of the right-hand side) of the past of i batch of deflection  $**I$ .

[0058]

[Equation 6]

$$\begin{aligned} \Delta Id1 &= Id1^* - Id1 \\ \Delta Iq1 &= Iq1^* - Iq1 \end{aligned} \quad \dots \dots (7)$$

$$Vd1 = Kp1 \cdot \Delta Id1 + \sum Ki1 \cdot \Delta Id1$$

$$Vq1 = Kp2 \cdot \Delta Iq1 + \sum Ki2 \cdot \Delta Iq1 \quad \dots \dots (8)$$

[0059] Then, coordinate transformation (two phase -3 phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the electrical-potential-difference command value calculated in this way at step S150 is performed (step S154), and processing which asks for the electrical potential differences  $Vu1$ ,  $Vv1$ , and  $Vw1$  actually impressed to the three phase coil 134 is performed. It asks for each electrical potential difference by the degree type (9).

[0060]

[Equation 7]

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta1 & -\sin \theta1 \\ \cos(\theta1 - 120) & -\sin(\theta1 - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix}$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1 \quad \dots \dots (9)$$

[0061] Since actual armature-voltage control is made by the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 191 thru/or the on-off time amount of Tr6, it carries out PWM control of each transistor Tr1 thru/or the ON time amount of Tr6 so that it may become each electrical-potential-difference command value calculated by the formula (9) (step S156).

[0062] If the sense of the torque [ in / for the sign of torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 / the collinear Fig. of drawing 5 or drawing 6 ]  $Tm1$  is made forward here Even if torque command value  $Tm1^*$  of the same forward value is set up, when the sense on which torque command value  $Tm1^*$  acts like the condition of the collinear Fig. of drawing 5 differs from the sense of rotation of the sun gear shaft 125, regenerative control is made, and power running control is made like the condition of the collinear Fig. of drawing 6 at the time of the same direction. However, since power running control of a motor MG 1 and regenerative control control the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6 so that forward torque acts on the sun gear shaft 125 by the permanent magnet 135 attached in the peripheral face of Rota 132, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 134 if torque command value  $Tm1^*$  is forward, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value  $Tm1^*$  is the same, even if control of a motor MG 1 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, all of the regenerative control and power running control by the control routine of the motor MG 1 of drawing 11 can be performed. Moreover, since the direction of change of angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 read at step S144 only becomes reverse when torque command value  $Tm1^*$  is negative, the control routine of the motor

MG 1 of drawing 11 can also perform control at this time.

[0063] Next, control processing (step S132 of drawing 7) of a motor MG 2 is explained based on the control routine of the motor MG 2 illustrated to drawing 12. If this routine is performed, first, the control CPU 190 of a control unit 180 will read the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 (step S160), and will calculate the angular acceleration domegas which is the rate of change of the rotational speed of the sun gear shaft 125 by the degree type (10) based on the read rotational frequency  $N_s$  (step S162). Here, "last  $N_s$ " is the engine speed  $N_s$  of the sun gear shaft 125 inputted at step S160 when this routine was started last time, and  $**t$  is starting spacing time amount  $**t$  of this routine. "2pi" of the molecule of the right-hand side of a formula (10) is based on angular-velocity omegas of the sun gear shaft 125 and a rotational frequency  $N_s$  having the relation of  $\text{omegas}=2 \times \pi \times N_s$  [rad/sec]. In addition, since a value 0 is inputted last time into  $N_s$  by the initialization routine which is performed before this routine is performed and which is not illustrated when it begins after the ignition switch was set to ON, and this routine is started, this value 0 is used.

[0064]

[Equation 8]

$$d\omega_s \leftarrow \frac{\frac{2\pi}{60} (N_s - \text{前回}N_s)}{\Delta t} \quad \dots \dots (10)$$

[0065] In this way, if it asks for the angular acceleration domegas of the sun gear shaft 125, torque command value  $T_{m2*}$  of a motor MG 2 will be set up by the degree type (11) using this angular acceleration domegas (step S164). Here, "Ime" in the 2nd term of the right-hand side of a formula (11) is the moment of inertia of the motor MG 1 seen from the motor MG 1 of the system of inertia which consists of a motor MG 1 mechanically combined through planetary gear 120, and an engine 150, and an engine 150. Therefore, what multiplied the moment of inertia  $Ime$  seen from this motor MG 1 by the angular acceleration domegas of Rota 132 of a motor MG 1 serves as torque (henceforth inertia torque) which acts on the sun gear shaft 125 according to a system of inertia, and the molecule of the 2nd term of the right-hand side of a formula (11) serves as resultant force of the torque which acts on the sun gear shaft 125. Therefore, as for the 2nd term which broke this by gear ratio rho, this torque acts on the ring wheel shaft 126 through planetary gear 120. In addition, since inertia torque acts on the reverse sense to the direction of change of movement by law of inertia, when it considers the time of changing the operation point of an engine 150 into the operation point with a big rotational frequency  $Ne$ , inertia torque will have a negative sign in the formula of Torque Ter which will act in the direction which controls the rise of a rotational frequency  $Ne$ , and acts on the ring wheel shaft 126. From the first, when changing the operation point of an engine 150 into the operation point with a small rotational frequency  $Ne$ , inertia torque acts in the direction which controls reduction of a rotational frequency  $Ne$ . Moreover, when an engine 150 is in a steady operation condition, since the angular acceleration domegas of the sun gear shaft 125 serves as a value 0, inertia torque also serves as a value 0. The cancellation torque  $T_{mc}$  of the 3rd term of the right-hand side of a formula (11) is torque set up in order to cancel the torque shock which may be produced on the ring wheel shaft 126 at the time of the fuel cut to an engine 150, as mentioned above.

[0066]

[Equation 9]

$$T_{m2*} \leftarrow Tr * \frac{Im1 * - Ime \times d\omega_s}{\rho} + T_{mc} \quad \dots \dots (11)$$

[0067] In this way, if torque command value  $T_{m2*}$  of a motor MG 2 is set up, angle-of-rotation theta of the ring wheel shaft 126 detected by the resolver 149 will be read (step S166), and the electrical angle theta 2 of a motor MG 2 will be computed based on read angle-of-rotation theta (step S168). In the example, like [ a motor MG 2 ] a motor MG 1, since the synchronous motor of four pole pairs was used, the electrical angle theta 2 is computed by  $\text{theta2}=4\text{theta}$ . And step S148 in the control routine of a motor MG 1 thru/or processing of S156 and the same processing are performed. Namely, each phase current of a motor MG 2 is detected using the current detector 197,198 (step S170). The operation of coordinate transformation (step S172) and the electrical-potential-difference command values  $Vd2$  and  $Vq2$  is performed (step S174). Furthermore, backseat

label conversion (step S176) of an electrical-potential-difference command value is performed, the transistor Tr11 of the 2nd drive circuit 192 of a motor MG 2 thru/or the on-off control time amount of Tr16 are found, and PWM control is performed (step S178).

[0068] Although power running control of the motor MG 2 is carried out by the sense of torque command value  $Tm2^*$ , and the sense of rotation of the ring wheel shaft 126 here or regenerative control is carried out, both power running control and regenerative control can be performed by control processing of the motor MG 2 of drawing 12 like a motor MG 1. In addition, in the example, the sign of torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 made forward the sense of the torque  $Tm2$  at the time of the condition of the collinear Fig. of drawing 5.

[0069] Next, control (step S134 of drawing 7) of an engine 150 is explained. When the fuel cut flag FFC is a value 1, an engine 150 serves as control which also stops jump spark ignition by the ignition plug 162 in the opening of a throttle valve 166 while suspending the fuel injection from a fuel injection valve 151 as it is, and when the fuel cut flag FFC is a value 0, it serves as control operated on the operation point with which it is expressed by target rotational frequency  $Ne^*$  and target torque  $Te^*$ . EFIECU170 fluctuates the opening of the fuel oil consumption from a fuel injection valve 151, or a throttle valve 166, and specifically, it adjusts so that the output torque of an engine 150 may become target torque  $Te^*$  and a rotational frequency may become target rotational frequency  $Ne^*$ . In addition, by control of an engine 150, as mentioned above, since the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 is performed by control of the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125 by the motor MG 1, target torque  $Te^*$  serves as control of a throttle valve 166, and Air Fuel Ratio Control to an inhalation air content so that may be outputted from an engine 150.

[0070] By performing such control, with the power output unit 110 of an example, torque conversion can be carried out and the power expressed with target rotational frequency  $Ne^*$  and target torque  $Te^*$  which are outputted from the engine 150 operated efficiently can be outputted at the ring wheel shaft 126, as a result a driving wheel 116,118 to desired power, i.e., the power with which it is expressed by the rotational frequency  $Nr$  and torque command value  $Tr^*$ .

[0071] When the accelerator pedal 164 into which it got is released when processing which carries out torque conversion of the power outputted from such an engine 150, and is outputted to the ring wheel shaft 126 is performed, or the amount of treading in of an accelerator pedal 164 turns into a small amount, in the torque control routine of drawing 7, it is judged at step S108 that Energy  $Pr$  is smaller than a threshold  $Pref$ . Thus, when judged, the control CPU 190 of a control unit 180 judges whether the fuel cut flag FFC is a value 0 first (step S120). A value 0 is set to Counter C, while judging it as initiation of a fuel cut and setting a value 1 to the fuel cut flag FFC (step S122), when the fuel cut flag FFC is a value 0 (step S124). On the other hand, Counter C is incremented when the fuel cut flag FFC is a value 1 (step S126).

[0072] And the cancellation torque  $Tmc$  is set up based on target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150, and Counter C (step S128). The timing produced at the rotational frequency of the engine 150 just before the torque shock which may be produced at the time of a fuel cut performs a fuel cut differs from its magnitude. It is because time amount until a torque shock produces this is proportional to the inhalation air content of an engine 150, and is because the magnitude is proportional to output change. That is, when the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 is large, a big torque shock arises to early timing, and when a rotational frequency  $Ne$  is small, a small torque shock arises to late timing. Therefore, in the example, it memorizes to ROM190b as a map in quest of the relation between the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150, the elapsed time from the time of fuel cut initiation, and the magnitude of torque. While presuming a rotational frequency  $Ne$  from target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150, the elapsed time from the time of a fuel cut is found from Counter C. It shall ask for the magnitude of a torque shock using the map memorized to these and ROM190b, and this shall be set up as cancellation torque  $Tmc$ .

[0073] In this way, a setup of the cancellation torque  $Tmc$  performs control of the motor MG 1 mentioned above, a motor MG 2, and an engine 150 (step S130 thru/or S134).

[0074] An example of the situation of change of the torque  $Tr$  outputted to the torque  $Te$  of the engine 150 at the time of a fuel cut being performed, the torque  $Tm1$  of a motor MG 1, the torque  $Tm2$  of a motor MG 2, and the ring wheel shaft 126 is shown in drawing 14. If the accelerator pedal 164 into which it got is released so that it may illustrate, while a value 1 is set as the fuel cut flag

FFC, a value 0 will be set as Counter C and the fuel to an engine 150 will be cut. At this time, the torque  $T_e$  of an engine 150 decreases rapidly behind time a little, and serves as a negative value. At this time, an engine 150 will be in the condition of being taken about. The torque  $T_{m1}$  of the motor MG 1 which it is going to make rotate the sun gear shaft 125 by target rotational frequency  $N_s^*$ , and is controlled since change of the torque  $T_e$  of an engine 150 appears as change of the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 through planetary gear 120 changes with order. Since change of the torque  $T_{m1}$  of such a motor MG 1 appears as change of the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2, the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 also changes with order. In addition, since torque command value  $T_r^*$  becomes a small value and torque command value  $T_{m2}^*$  of a motor MG 2 is calculated by this torque command value  $T_r^*$  by releasing an accelerator pedal 164, the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 changes suddenly immediately after releasing an accelerator pedal 164. Thus, since change of a motor MG 1 and a motor MG 2 is slow in order to change with change of the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 to change of the torque  $T_e$  of an engine 150, if it does not take the cancellation torque  $T_{mc}$  into consideration to a setup of torque command value  $T_{m2}^*$  of a motor MG 2, as a drawing destructive line shows, it will produce a torque shock on the ring wheel shaft 126. However, in the example, since the torque of Yamagata as shown by drawing 13 is taken into consideration to a setup of torque command value  $T_{m2}^*$  of a motor MG 2 as cancellation torque  $T_{mc}$  to this timing, it becomes torque change of a drawing solid line, and the torque shock which may be produced in the ring wheel shaft 126, as a result a driving wheel 116,118 can be canceled. [0075] Since the fuel to an engine 150 is cut when according to the power output unit 110 of an example explained above it is efficient and the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 cannot operate an engine 150 small, an engine 150 cannot be operated on the bad operation point of effectiveness, and the effectiveness of the whole equipment can be raised. And TORUKUSHOKKU which outputs the Yamagata torque (cancellation torque  $T_{mc}$ ) of the magnitude called for based on a rotational frequency  $N_e$  to the timing which becomes settled based on the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 at the time of such a fuel cut from a motor MG 2, and may be produced in the ring wheel shaft 126, as a result a driving wheel 116,118 is cancellable. Therefore, the degree of comfort of \*\*\*\*\* can be improved.

[0076] In addition, although a gap of the timing of an actual torque shock and a some may arise or a gap of some magnitude may arise in the example since the cancellation torque  $T_{mc}$  is set up on the map which ROM190b was made to memorize beforehand, a torque shock can be reduced even in this case, and the degree of comfort of a car can be improved.

[0077] Next, power output unit 110B of the 2nd example of this invention is explained. Power output unit 110B of the 2nd example is carrying out the same hard configuration as the power output unit 110 of the 1st example. Therefore, the same sign is given to the same configuration as the configuration of the power output unit 110 of the 1st example among the configurations of power output unit 110B of the 2nd example, and the explanation is omitted. In addition, unless it shows clearly, the sign used on the occasion of explanation of the 1st example is used in the semantics same as it is.

[0078] The torque control which the control device 180 of power output unit 110B of the 2nd example performs is performed by performing the torque control routine illustrated to drawing 15. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will first perform the same processing as processing of step S100 of the torque control routine of drawing 7 thru/or step S108 explained in the 1st example. That is, while inputting the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126, the accelerator pedal position  $AP$  is inputted (steps S200 and S202), torque command value  $T_r^*$  of the ring wheel shaft 126 is drawn (step S204), the energy  $P_r$  which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is calculated (step S206), and the calculated energy  $P_r$  is compared with a threshold  $Pref$  (step S208).

[0079] When Energy  $P_r$  is beyond the threshold  $Pref$  While setting a value 0 as the fuel cut flag FFC (step S210) A value 0 is set to Counter C (step S212), target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 150 and target torque  $T_e^*$  are set up by the same technique as the 1st example (step S214), and the target rotational frequency of the sun gear shaft 125 is calculated using a formula (2) (step S216).

[0080] On the other hand, when Energy  $P_r$  is under the threshold  $Pref$  When it judges (step S220) and the fuel cut flag FFC is judged to be a value 0, whether the fuel cut flag FFC is a value 0 While

setting a value 1 as the fuel cut flag FFC (step S222), a value 0 is set to Counter C (step S224), and thresholds C1 and C2 are derived based on target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 (step S225). About these thresholds C1 and C2, it mentions later. Counter C is incremented when the fuel cut flag FFC is judged to be a value 1 at step S220 (step S226).

[0081] And each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 is performed using each set-up value (step S230). Control of a motor MG 2 is performed among these control by the same routine as the control routine of the motor MG 2 of drawing 12 when making cancellation torque  $T_{mc}$  into a value 0, and control of an engine 150 is the same as the control explained in the 1st example. Therefore, the explanation about control of a motor MG 2 and control of an engine 150 is omitted here.

[0082] Control of a motor MG 1 is performed by the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 16. Activation of this routine judges whether the control CPU 190 of a control unit 180 has Counter C between two thresholds C1 and C2 first (step S240). When there is no counter C between two thresholds C1 and C2 Step S241 which is step S140 of the control routine of the motor MG 1 of drawing 1111 thru/or the same processing as S156 thru/or processing of S256 are performed. When Counter C is between two thresholds C1 and C2, a value 0 is set as torque command value  $T_{m1}^*$  of a motor MG 1, and step S244 thru/or processing of S256 are performed. Here, two thresholds C1 and C2 are set up at step S225 of the torque control routine of drawing 15, and after they start the cut of the fuel to an engine 150, they set up the timing which makes a value 0 torque  $T_{m1}$  of a motor MG 1, and the timing returned to the original control. Thus, let torque  $T_{m1}$  of a motor MG 1 be a value 0 by making a motor MG 1 free for preventing making the sun gear shaft 125 free, releasing the torque fluctuation at the time of the fuel cut of an engine 150 on the sun gear shaft 125, and being outputted to the ring wheel shaft 126 after carrying out a fuel cut.

[0083] in addition -- an example since [ fluctuation / of an engine 150 / torque / timing / the timing which makes this motor MG 1 free, or / which is returned to the original control / an inhalation air content ] -- the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 -- relation -- the price -- \*\*\*\*\* -- it considered as things. Namely, the timing which makes a motor MG 1 free If it already passes, the engine 150 has been blown, and the rotational frequency of the sun gear shaft 125 will become large, will enlarge change of a condition, and control will be made difficult. If too late, since torque fluctuation will be outputted to the ring wheel shaft 126, conversely, the timing which considers as the timing by which the engine 150 has seldom been blown, and returns a motor MG 1 to the original control Relation with the engine speed  $Ne$  of an engine 150 is investigated as timing from which the engine speed  $Ns$  of the sun gear shaft 125 which could blow some [ of an engine 150 ] and became large in connection with the riser returns to target engine-speed  $Ns^*$ . While deriving the value of the counter C equivalent to the timing which memorizes to ROM190b and makes a motor MG 1 free using target rotational frequency  $Ne^*$  and this map by making this into a map as a threshold C1 The value of the counter C equivalent to the timing which returns a motor MG 1 to the original control is derived as a threshold C2.

[0084] An example of the situation of change of the torque  $Tr$  outputted to the torque  $Te$  of the engine 150 at the time of a fuel cut being performed in the power output unit 110 of the 2nd example, the torque  $T_{m1}$  of a motor MG 1, the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2, and the ring wheel shaft 126 is shown in drawing 17. after the accelerator pedal 164 into which the torque  $T_{m1}$  of a motor MG 1 was broken is released so that it may illustrate, it considers as a value 0 to the timing equivalent to the threshold C1 drawn from target rotational frequency  $Ne^*$ , and the original sun gear shaft 125 is returned to the value calculated by control rotated at target rotational frequency  $Ns^*$  to the timing equivalent to a threshold C2. In the meantime, although the torque  $Te$  of an engine 150 changes suddenly, since the fluctuation is released by the sun gear shaft 125, it is not outputted to the ring wheel shaft 126. In addition, the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 changes with torque change of a motor MG 1 and the change of torque command value  $Tr^*$  based on the amount of treading in of an accelerator pedal 164.

[0085] As explained above, when the fuel cut to an engine 150 is performed according to power output unit 110B of the 2nd example By making the sun gear shaft 125 free, using as free the motor MG 1 between the time amount which becomes settled based on a rotational frequency  $Ne$  to the timing which becomes settled based on the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 The torque

fluctuation at the time of the fuel cut of an engine 150 can be released on the sun gear shaft 125, and it can prevent being outputted to the ring wheel shaft 126. Consequently, the degree of comfort of a car is improvable. Since the fuel to an engine 150 is cut when it is efficient and the energy Pe outputted from an engine 150 cannot operate an engine 150 small from the first, an engine 150 cannot be operated on the bad operation point of effectiveness, and the effectiveness of the whole equipment can be raised.

[0086] Next, power output unit 110C of the 3rd example of this invention is explained. Power output unit 110C of the 3rd example is also carrying out the same hard configuration as the power output unit 110 of the 1st example. Therefore, explanation of power output unit 110C of the 3rd example is also omitted. In addition, unless it shows clearly, the sign used on the occasion of explanation of the 1st example is used in the semantics same as it is.

[0087] The torque control which the control device 180 of power output unit 110C of the 3rd example performs is performed by performing the torque control routine illustrated to drawing 18. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will first perform step S100 of the torque control routine of drawing 7 explained in the 1st example the same step S300 as processing of step S108 thru/or processing of S308.

[0088] When Energy Pr is beyond the threshold Pref at step S308, while setting a value 0 as the fuel cut flag FFC (step S310), target rotational frequency Ne\* of an engine 150 and target torque Te\* are set up by the same technique as the 1st example (step S314), and the target rotational frequency of the sun gear shaft 125 is calculated using a formula (2) (step S316).

[0089] On the other hand, when Energy Pr is under the threshold Pref, it judges that a fuel cut is performed and the control CPU 190 of a control unit 180 sets first what subtracted reduction torque \*\*Te from target torque Te\* as new target torque Te\* (step S320). Here, reduction torque \*\*Te is used in order to make target torque Te\* small gradually, and it is defined with the frequency where a torque control routine is repeated and performed etc. Then, as compared with a threshold Tref (step S322), when smaller than a threshold Tref, a value 1 is set as the fuel cut flag FFC for newly set-up target torque Te\* (step S). Here, a threshold Tref is set up as a bigger value a little than a value 0 or a value 0.

[0090] And each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 is performed using each set-up value (step S230). Here, control of a motor MG 1 is performed by the same routine as the control routine of the motor MG 1 of drawing 12 explained in the 1st example, and control of a motor MG 2 is performed by the same routine as the control routine of the motor MG 2 of drawing 12 when making cancellation torque Tmc into a value 0. Moreover, control of an engine 150 is also the same control as the control explained in the 1st example. Therefore, the explanation about each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 is omitted.

[0091] An example of the situation of change of the torque Tr outputted to the torque Te of the engine 150 at the time of a fuel cut being performed in the power output unit 110 of the 3rd example, the torque Tm1 of a motor MG 1, the torque Tm2 of a motor MG 2, and the ring wheel shaft 126 is shown in drawing 19. The torque Te of an engine 150 becomes small gradually, and the torque Tm2 of the torque Tm1 \*\* motor MG 2 of a motor MG 1 also changes gradually in connection with this so that it may illustrate. And a fuel cut is performed when the torque Te of an engine 150 becomes under the threshold Tref. At this time, Torque Te does not produce a torque shock on the ring wheel shaft 126, even if a fuel cut is performed, since it is a small value.

[0092] As explained above, in case the fuel to an engine 150 is cut according to power output unit 110C of the 3rd example, when torque Te of an engine 150 is gradually made small and Torque Te becomes a small value, by cutting a fuel, torque fluctuation in a fuel cut can be made into a small thing, and it can prevent that a torque shock arises in the ring wheel shaft 126, as a result a driving wheel 116,118. Consequently, the degree of comfort of a car is improvable. Since the fuel to an engine 150 is cut when it is efficient and the energy Pe outputted from an engine 150 cannot operate an engine 150 small from the first, an engine 150 cannot be operated on the bad operation point of effectiveness, and the effectiveness of the whole equipment can be raised.

[0093] Although the power outputted to the ring wheel shaft 126 was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2 through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in each example mentioned above, as shown in power output unit 110D of the modification of

drawing 20 , it is good also as what extends and picks out the ring wheel shaft 126 from a case 119. Moreover, as shown in power output unit 110E of the modification of drawing 21 , you may arrange so that it may become the order of planetary gear 120, a motor MG 2, and a motor MG 1 from an engine 150 side. In this case, sun gear shaft 125E may not be hollow, and ring wheel shaft 126E needs to be taken as a hollow shaft. If it carries out like this, the power outputted to ring wheel shaft 126E can be taken out from between an engine 150 and motors MG 2.

[0094] Moreover, although it shall apply to the car of a two-flower drive of FR mold or FF mold in each example and its modification, as shown in power output unit 110F of the modification of drawing 22 , it is good also as what is applied to the car of a four-flower drive. With this configuration, the motor MG 2 combined with the ring wheel shaft 126 is separated from the ring wheel shaft 126, it arranges independently in the rear wheel section of a car, and the driving wheel 117,119 of the rear wheel section is driven by this motor MG 2. On the other hand, it is combined with a differential gear 114 through the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and the ring wheel shaft 126 drives the driving wheel 116,118 of the front-wheel section. It is possible to perform each example under such a configuration.

[0095] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to the gestalt of such operation at all, and do not deviate from the summary of this invention.

[0096] For example, in each example mentioned above, although the gasoline engine was used as an engine 150, various kinds of internal combustion, such as a diesel power plant, a turbine engine, and a jet engine, or an external combustion engine can also be used.

[0097] Moreover, although planetary gear 120 were used as a 3 shaft type power I/O means in each example, a sun gear and another side of one side are good also as a thing using double pinion planetary gear equipped with two or more set Mino planetary 2 1 set of pinion gears which revolve around the sun while carrying out gear association with a ring wheel, carrying out gear association mutually and rotating the periphery of a sun gear. In addition, if the power which will be outputted and inputted by one residual shaft based on this determined power if the power outputted and inputted by any 2 shafts among three shafts as a 3 shaft type power I/O means is determined is determined, what kind of equipment, gear unit, etc. can also use a differential gear etc.

[0098] Furthermore, in each example, although PM form (permanent magnet form-ermanent Magnet type) synchronous motor was used for the motor MG 1 and the motor MG 2, if the both sides of regeneration actuation and a powering movement are possible, VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, a vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0099] Or in each example, although the transistor inverter was used as 1st and 2nd drive circuits 191,192, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, a thyristor inverter, an electrical-potential-difference PWM (pulse-width-modulation-ulse Width Modulation) inverter, a square wave inverter (an electrical-potential-difference form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0100] Moreover, as a dc-battery 194, although Pb dc-battery, a NiMH dc-battery, Li dc-battery, etc. can be used, it can replace with a dc-battery 194 and a capacitor can also be used.

[0101] Although the above example explained the case where a power output unit was carried in a car, this invention is not limited to this and, in addition to this, can also be carried [ means of transportation, such as a vessel and an aircraft, and ] in various industrial machines etc.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The prime mover which has an output shaft, and the 1st motor which have a revolving shaft, and output and input power to this revolving shaft, When it has three shafts respectively combined with the 2nd motor which outputs and inputs power to a driving shaft, and said driving shaft, said output shaft and said revolving shaft and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the this power outputted and inputted to one residual shaft, It has a target power setting means to set up the target power outputted to said driving shaft, and the drive control means which carries out drive control of said prime mover, said 1st motor, and said 2nd motor so that said this set-up target power may be outputted to said driving shaft. It is the power output unit which outputs power to said driving shaft. Said drive control means A target rotational frequency setting means to set up the target rotational frequency of said output shaft based on said target power, When the stop order of the motor control means which carries out drive control of said the 1st motor and said 2nd motor so that said output shaft may rotate at the set-up this target rotational frequency, and the fuel for said prime mover is made, Irrespective of drive control of said 2nd motor by said motor control means, to predetermined timing A power output unit equipped with the fuel halt tense means which carries out drive control of this 2nd motor so that the power of the sum of predetermined power and the power calculated as power which should be outputted from said 2nd motor by said motor control means may be outputted.

[Claim 2] Said drive control means is a power output unit [ equipped with a timing setting means to set up said predetermined timing based on the rotational frequency of said output shaft ] according to claim 1.

[Claim 3] Said drive control means is a power output unit [ equipped with a predetermined power setting means to set up said predetermined power based on the rotational frequency of said output shaft ] according to claim 1 or 2.

[Claim 4] A power output unit [ equipped with the means which carries out drive control of this 1st motor so that the torque of the abbreviation value 0 may be outputted to predetermined timing irrespective of drive control of said 1st motor by said motor control means when it replaces with said fuel halt tense means and the stop order of the fuel for said prime mover is made ] according to claim 1.

[Claim 5] Said drive control means is a power output unit [ equipped with a timing setting means to set up said predetermined timing based on the rotational frequency of said output shaft ] according to claim 4.

[Claim 6] A power output unit [ equipped with the prime-mover control means which carries out the operation control of this prime mover so that the power outputted from said prime mover may become small gradually, when it replaces with said fuel halt tense means and the stop order of the fuel for said prime mover is made ] according to claim 1.

[Claim 7] The prime mover which has an output shaft, and the 1st motor which have a revolving shaft, and output and input power to this revolving shaft, When it has three shafts respectively combined with the 2nd motor which outputs and inputs power to a driving shaft, and said driving shaft, said output shaft and said revolving shaft and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, It is the control approach of a power output unit equipped with a 3 shaft

type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the this power outputted and inputted to one residual shaft. (a) Set up the target power outputted to said driving shaft, and the target rotational frequency of said output shaft is set up based on the (b) this set-up target power. (c) While carrying out drive control of said the 1st motor and said 2nd motor so that said output shaft may rotate at the set-up this target rotational frequency (d) when the stop order of the fuel for said prime mover is made, to predetermined timing irrespective of drive control of said 2nd motor by the step (c) The control approach of the power output unit which carries out drive control of this 2nd motor so that the power of the sum of predetermined power and the power calculated as power which should be outputted from said 2nd motor by the step (c) may be outputted.

[Claim 8] The control approach of a power output unit [ equipped with the step which carries out drive control of said 1st motor so that the torque of the abbreviation value 0 may be outputted to predetermined timing irrespective of drive control of said 1st motor by the step (c) when it replaces with said step (d) and the stop order of the fuel for said prime mover is made ] according to claim 7. [Claim 9] The control approach of a power output unit [ equipped with the step which carries out the operation control of this prime mover so that the power outputted from said prime mover may become small gradually, when it replaces with said step (d) and the stop order of the fuel for said prime mover is made ] according to claim 7.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 110 as one example of this invention.

[Drawing 2] It is the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of an example.

[Drawing 3] It is the block diagram which illustrates the configuration of the outline of the car incorporating the power output unit 110 of an example.

[Drawing 4] It is a graph for explaining the principle of operation of the power output unit 110 of an example.

[Drawing 5] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in an example.

[Drawing 6] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in an example.

[Drawing 7] It is the flow chart which illustrates the torque control routine performed by the control device 180 of an example.

[Drawing 8] It is the explanatory view which illustrates the relation between the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126, and the accelerator pedal position AP and torque command value Tr\*.

[Drawing 9] It is the graph which illustrates the operation point of an engine 150, and the relation of effectiveness.

[Drawing 10] It is the graph which illustrates the relation between the effectiveness of the operation point of the engine 150 in alignment with the curve of energy regularity, and the rotational frequency Ne of an engine 150.

[Drawing 11] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 1 performed by the control device 180 of an example.

[Drawing 12] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 2 performed by the control device 180 of an example.

[Drawing 13] It is an explanatory view explaining the relation between the rotational frequency Ne of an engine 150, and Counter C and the cancellation torque Tmc.

[Drawing 14] It is an explanatory view explaining the situation of change of the torque Tr outputted to the torque Te of the engine 150 at the time of a fuel cut being performed, the torque Tm1 of a motor MG 1, the torque Tm2 of a motor MG 2, and the ring wheel shaft 126.

[Drawing 15] It is the flow chart which illustrates the torque control routine performed by the control device 180 of the 2nd example.

[Drawing 16] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 1 performed by the control device 180 of the 2nd example.

[Drawing 17] It is an explanatory view explaining the situation of change of the torque Tr outputted to the torque Te of the engine 150 at the time of the fuel cut in the 2nd example being performed, the torque Tm1 of a motor MG 1, the torque Tm2 of a motor MG 2, and the ring wheel shaft 126.

[Drawing 18] It is the flow chart which illustrates the torque control routine performed by the control device 180 of the 3rd example.

[Drawing 19] It is an explanatory view explaining the situation of change of the torque Tr outputted to the torque Te of the engine 150 at the time of the fuel cut in the 3rd example being performed, the torque Tm1 of a motor MG 1, the torque Tm2 of a motor MG 2, and the ring wheel shaft 126.

[Drawing 20] It is the block diagram which illustrates the outline configuration of power output unit 110D of a modification.

[Drawing 21] It is the block diagram which illustrates the outline configuration of power output unit 110E of a modification.

[Drawing 22] It is the block diagram which illustrates the outline configuration of power output unit 110F of a modification.

[Description of Notations]

110 -- Power output unit  
110B-110F -- Power output unit  
111 -- Power transfer gear  
112 -- Driving shaft  
114 -- Differential gear  
116,118 -- Driving wheel  
117,119 -- Driving wheel  
119 -- Case  
120 -- Planetary gear  
121 -- Sun gear  
122 -- Ring wheel  
123 -- Planetary pinion gear  
124 -- Planetary carrier  
125 -- Sun gear shaft  
126 -- Ring wheel shaft  
128 -- Power fetch gear  
129 -- Chain belt  
132 -- Rota  
133 -- Stator  
134 -- Three phase coil  
135 -- Permanent magnet  
139 -- Resolver  
142 -- Rota  
143 -- Stator  
144 -- Coil  
144 -- Three phase coil  
145 -- Permanent magnet  
149 -- Resolver  
150 -- Engine  
151 -- Fuel injection valve  
152 -- Combustion chamber  
154 -- Piston  
156 -- Crankshaft  
158 -- Ignitor  
160 -- Distributor  
162 -- Ignition plug  
164 -- Accelerator pedal  
164a -- Accelerator pedal position sensor  
165 -- Brake pedal  
165a -- Brake-pedal position sensor  
166 -- Throttle valve  
167 -- Throttle-valve position sensor  
168 -- Actuator  
170 -- EFIECU  
172 -- Inlet-pipe negative pressure sensor  
174 -- Coolant temperature sensor  
176 -- Rotational frequency sensor

178 -- Angle-of-rotation sensor  
179 -- Starting switch  
180 -- Control unit  
182 -- Shift lever  
184 -- Shift position sensor  
190 -- Control CPU  
190 a--RAM  
190 b--ROM  
191 -- 1st drive circuit  
192 -- 2nd drive circuit  
194 -- Dc-battery  
195,196 -- Current detector  
197,198 -- Current detector  
199 -- Remaining capacity detector  
L1, L2 -- Power-source Rhine  
MG1 -- Motor  
MG2 -- Motor  
Tr1-Tr6 -- Transistor  
Tr11-Tr16 -- Transistor

---

[Translation done.]

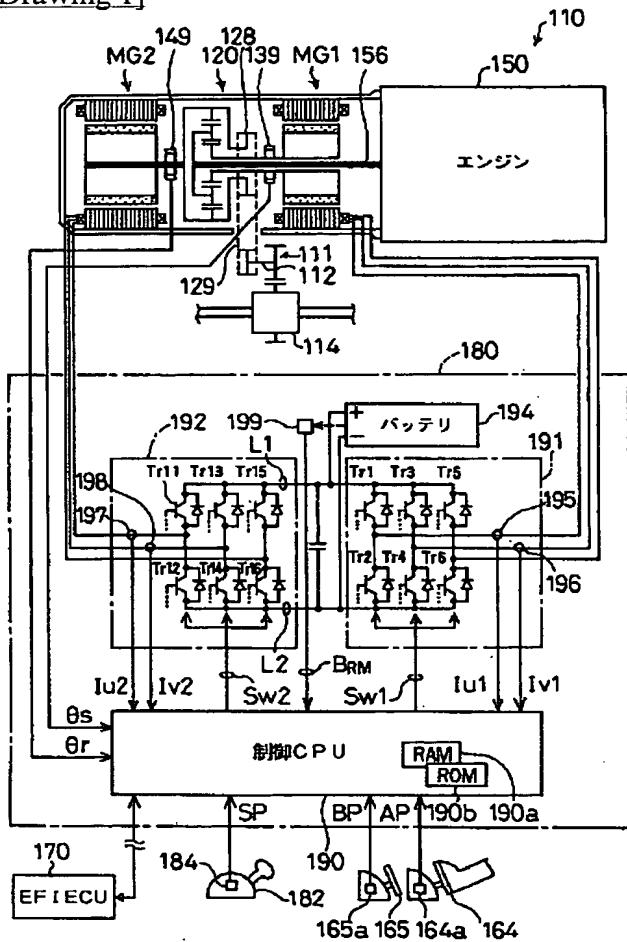
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

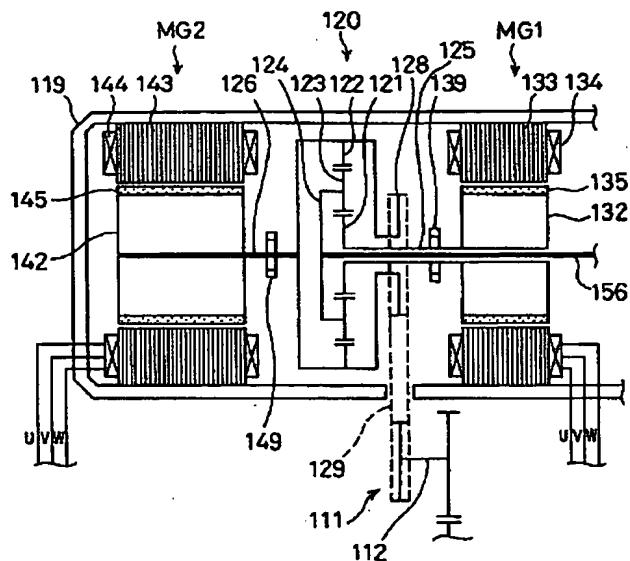
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

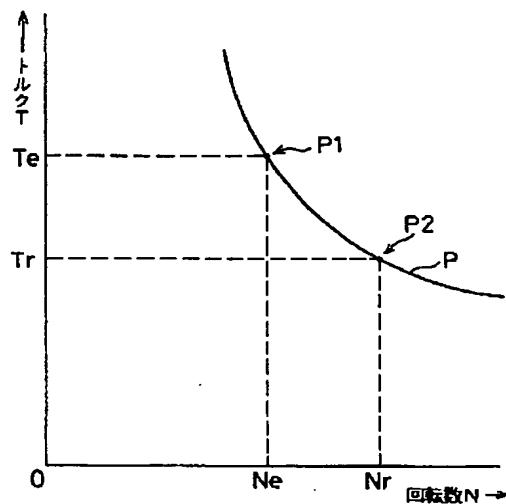
## DRAWINGS

## [Drawing 1]

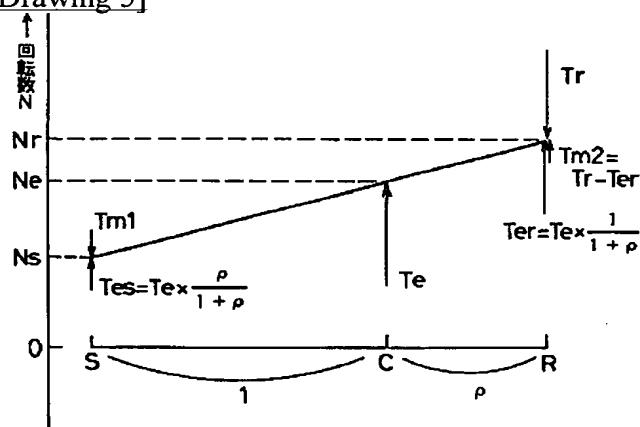


## [Drawing 2]

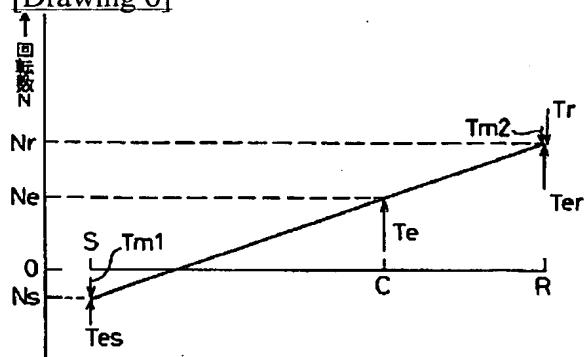




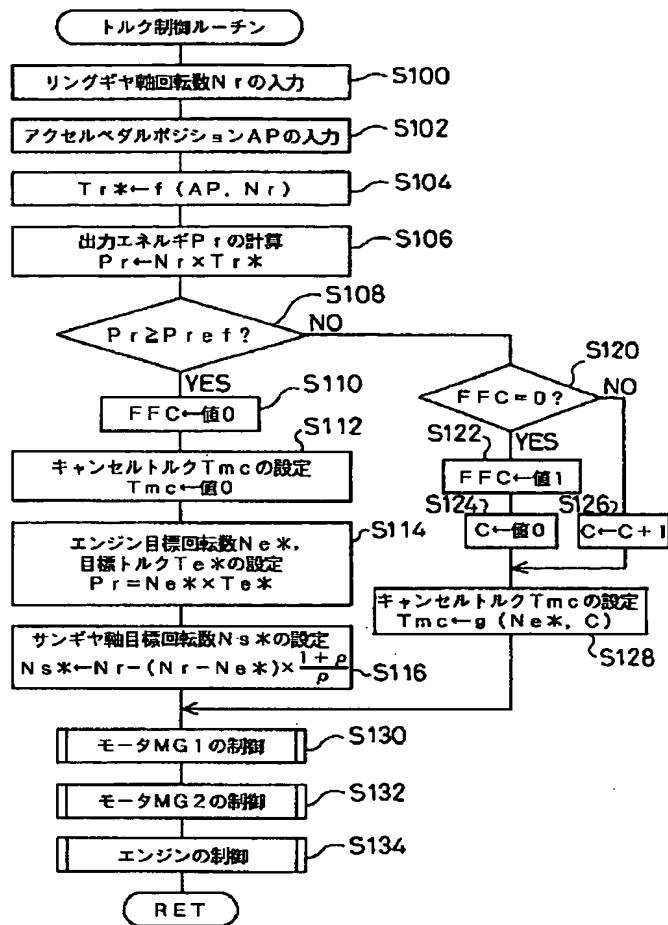
[Drawing 5]



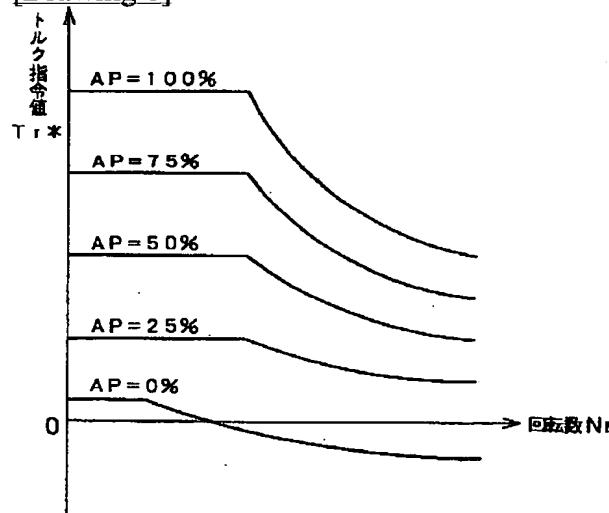
[Drawing 6]



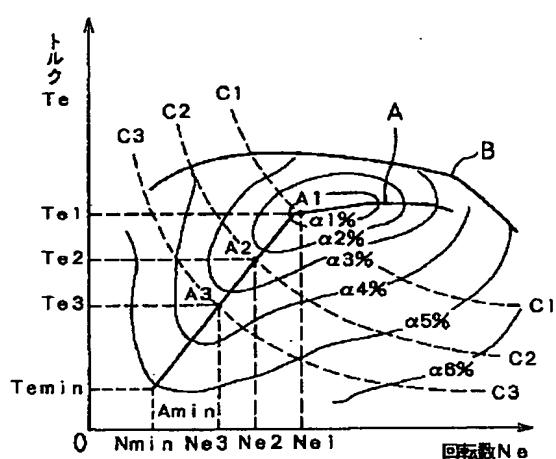
[Drawing 7]



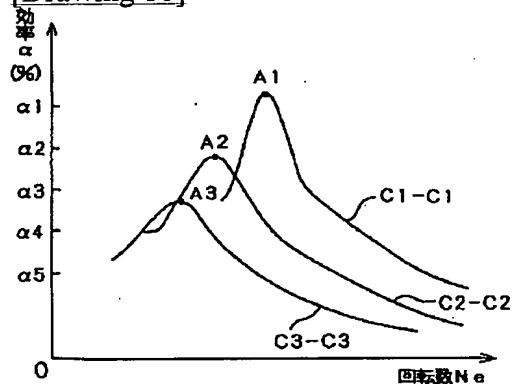
[Drawing 8]



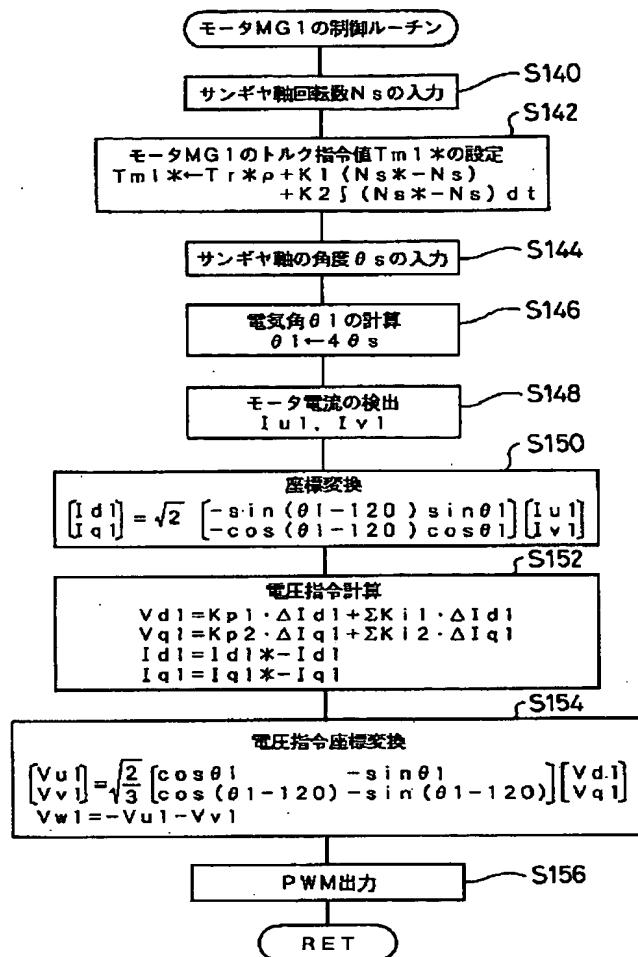
[Drawing 9]



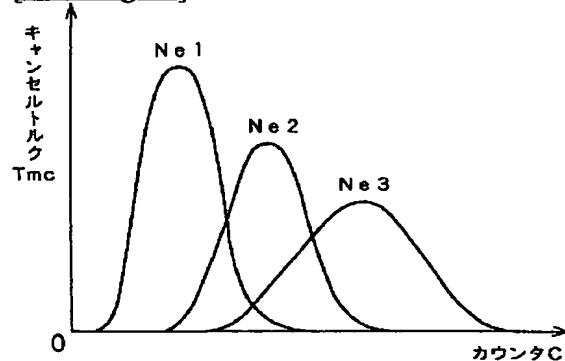
[Drawing 10]



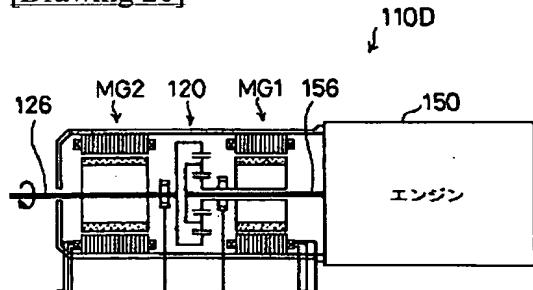
[Drawing 11]



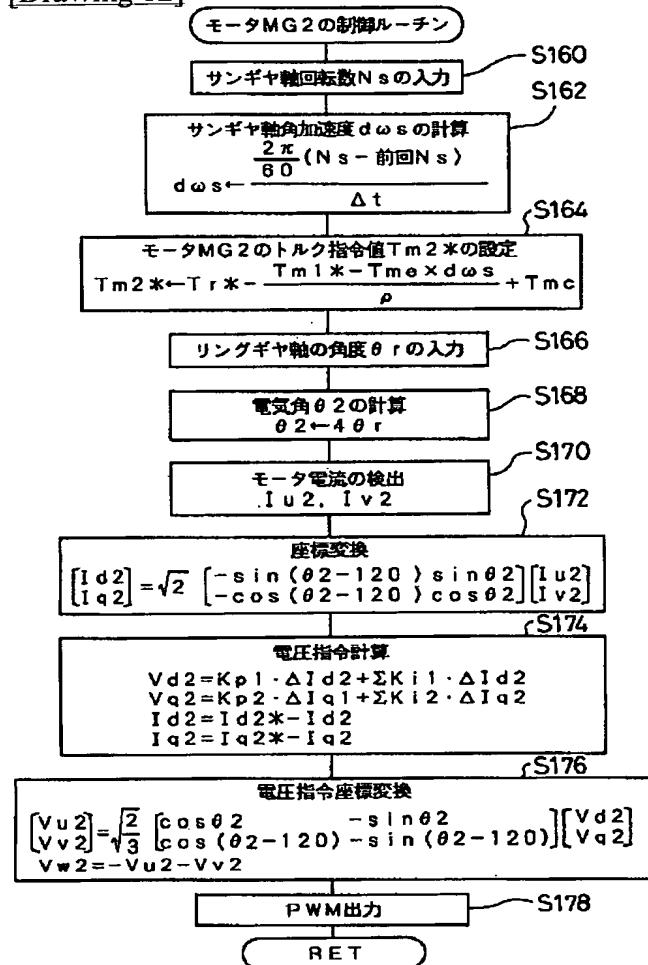
[Drawing 13]



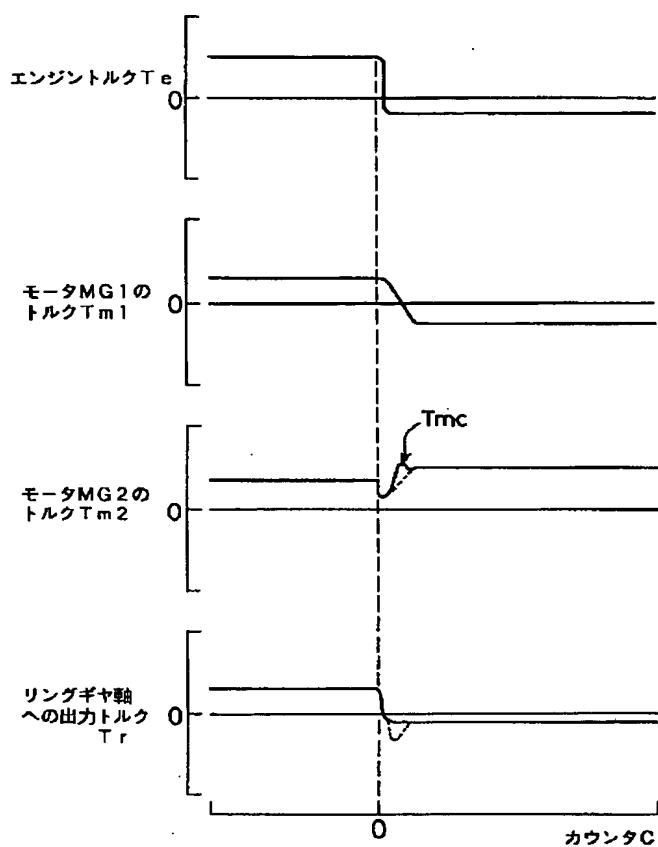
[Drawing 20]



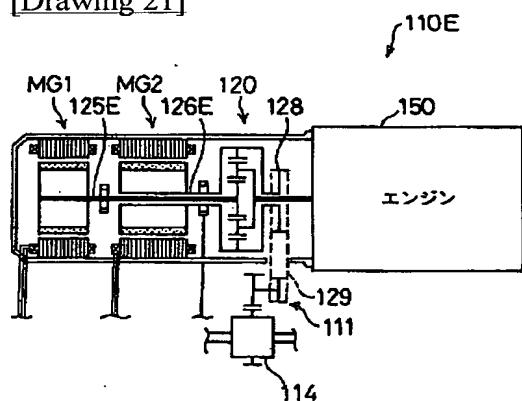
[Drawing 12]



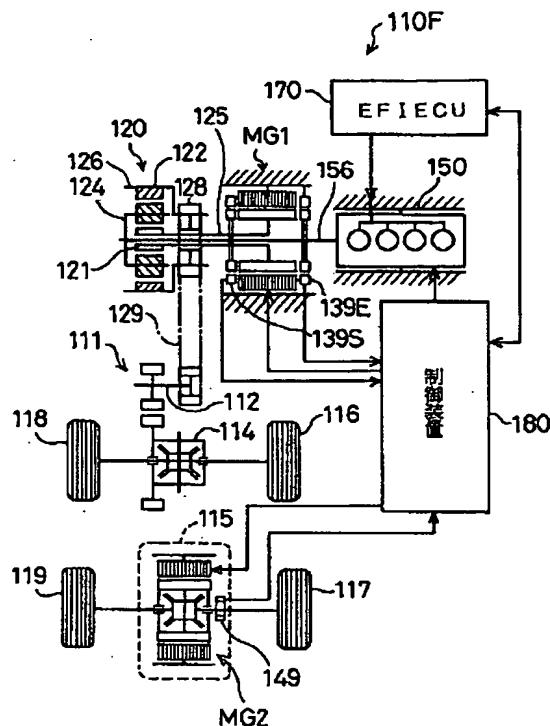
[Drawing 14]



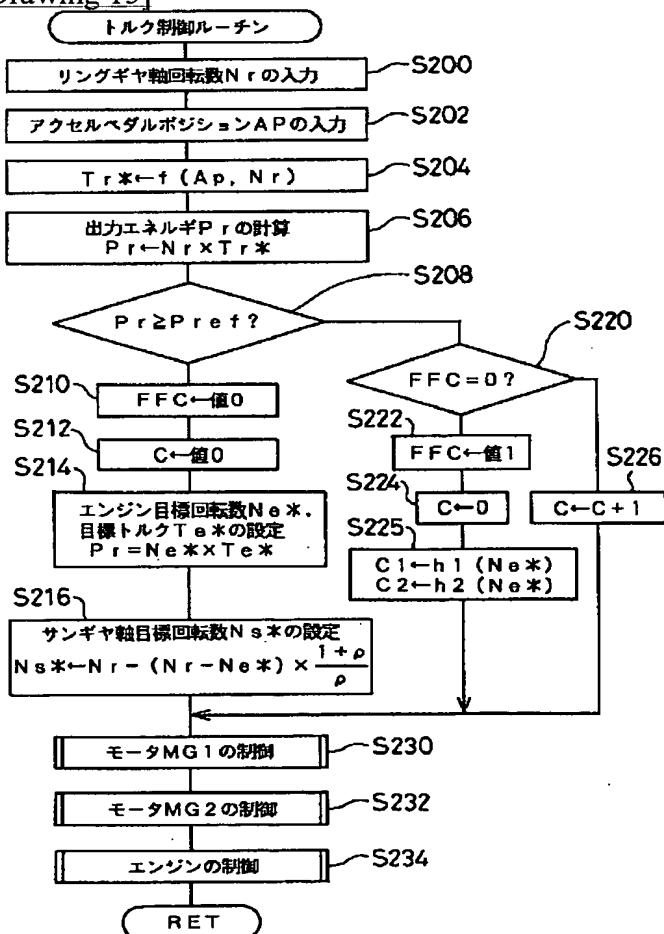
[Drawing 21]



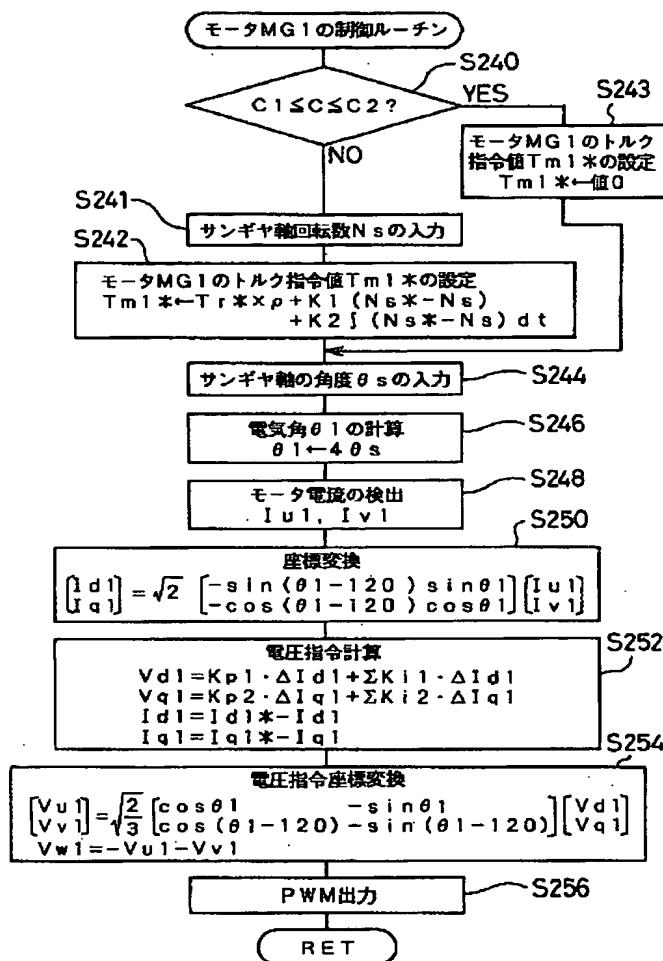
[Drawing 22]



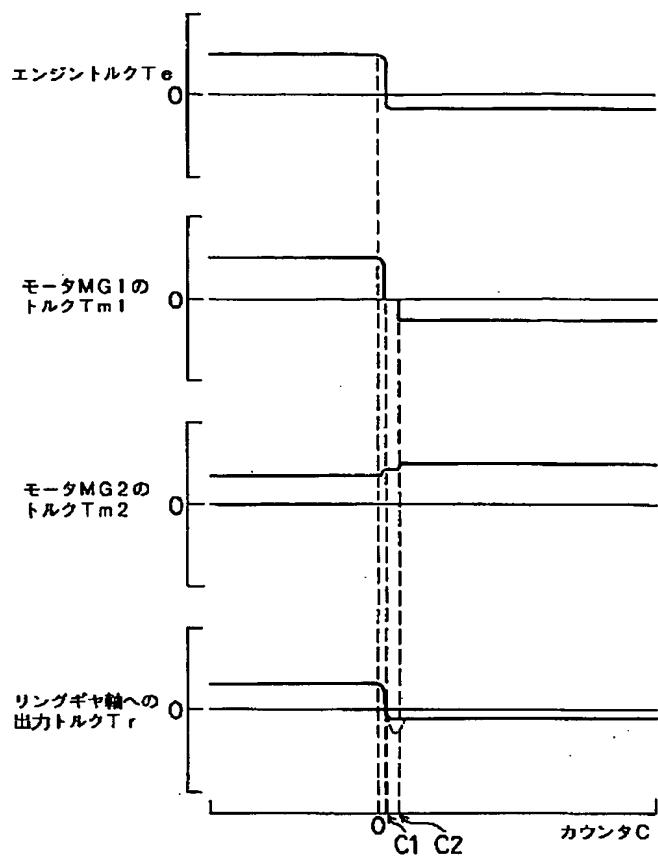
[Drawing 15]



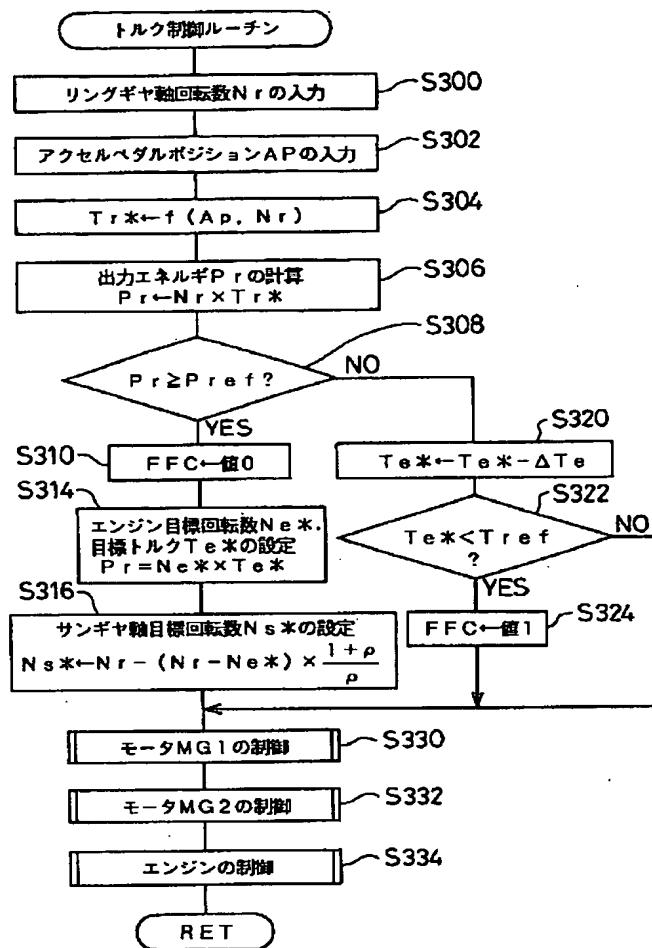
[Drawing 16]



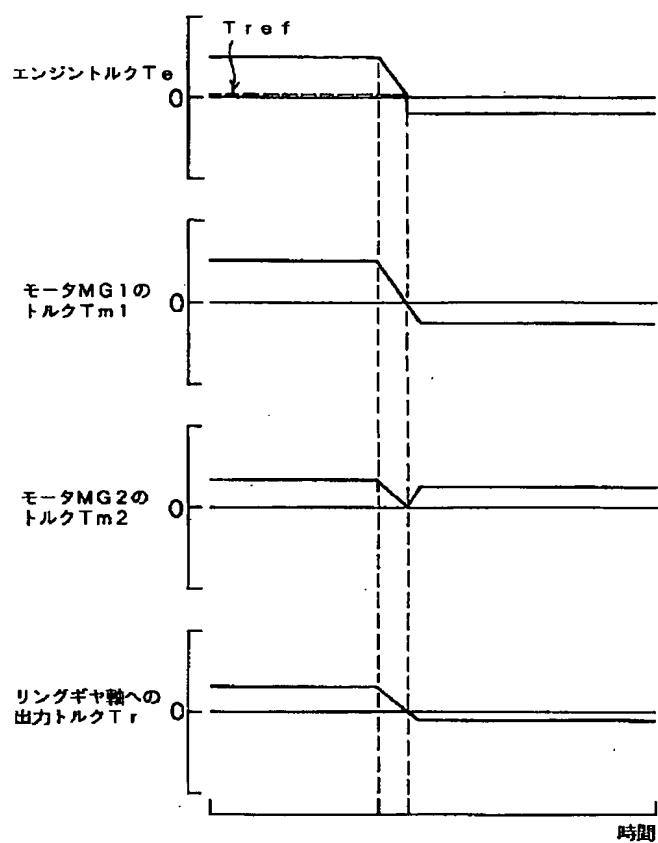
[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Drawing 19]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

### (1) 特許出願公開番号

特開平10-248114

(43) 公開日 平成10年(1998)9月14日

(51) Int.Cl.  
B 60 L 11/14  
B 60 K 6/00  
8/00  
17/04  
17/356

### 識別記号

P I  
 B 6 0 L 11/14  
 B 6 0 K 17/04  
 17/35  
 B 6 0 L 11/08  
 F 0 2 D 29/02

6

審査請求 未請求 請求項の数9 FD (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-67335

(71)出處人 000003207

トヨタ自動車株式会社

(22)出願日 平成9年(1997)3月4日

愛知県豊田市トヨタ町1番地

著 山岡 正明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

株式会社

者 阿部 哲也

## 愛知県豊田

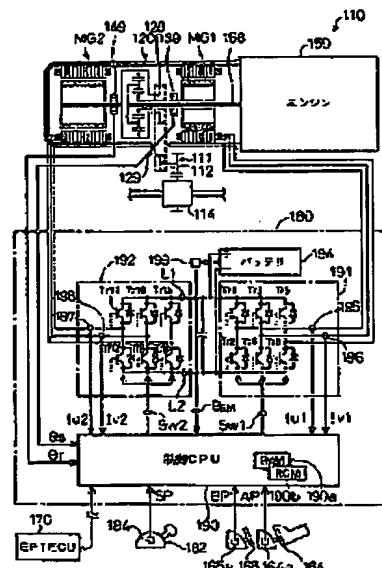
株式会社内

(54) 【発明の名称】 駆動出力装置およびその制御方法

(57) [要約]

【課題】 3軸式動力入出力手段を介して原動機から出力される動力を駆動軸に出力する動力出力装置において、燃料カット時に駆動軸に生じ得るトルクショックを低減する。

【解決手段】 エンジン150から出力される動力は、  
 ブラネタリギヤ120とサンギヤ軸125に取り付けられたモータMG1とリングギヤ軸126に取り付けられたモータMG2とによってトルク変換されてリングギヤ軸126に出力される。エンジン150への燃料をカットするときには、エンジン150の回転数に基づいて定まるタイミングで、エンジン150の回転数に基づいて定まる大きさの山形トルクをモータMG2からリングギヤ軸126に出力することにより、リングギヤ軸126に生じ得るトルクショックを打ち消すことができる。



(2)

特開平10-248114

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、前記駆動軸に出力する目標動力を設定する目標動力設定手段と、該設定された前記目標動力が前記駆動軸に出力されるよう前記原動機、前記第1の電動機および前記第2の電動機を駆動制御する駆動制御手段とを備え、前記駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、前記駆動制御手段は、前記目標動力に基づいて前記出力軸の目標回転数を設定する目標回転数設定手段と、該設定された目標回転数で前記出力軸が回転するよう前記第1の電動機および前記第2の電動機を駆動制御する電動機制御手段と、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記電動機制御手段による前記第2の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで、所定の動力と前記電動機制御手段により前記第2の電動機から出力すべき動力として清算される動力との和の動力が出力されるよう該第2の電動機を駆動制御する燃料停止時制御手段と、を備える動力出力装置。

【請求項2】 前記駆動制御手段は、前記出力軸の回転数に基づいて前記所定のタイミングを設定するタイミング設定手段を備える請求項1記載の動力出力装置。

【請求項3】 前記駆動制御手段は、前記出力軸の回転数に基づいて前記所定の動力を設定する所定動力設定手段を備える請求項1または2記載の動力出力装置。

【請求項4】 前記燃料停止時制御手段に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記電動機制御手段による前記第1の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで略値のトルクが出力されるよう該第1の電動機を駆動制御する手段を備える請求項1記載の動力出力装置。

【請求項5】 前記駆動制御手段は、前記出力軸の回転数に基づいて前記所定のタイミングを設定するタイミング設定手段を備える請求項4記載の動力出力装置。

【請求項6】 前記燃料停止時制御手段に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記原動機から出力される動力が徐々に小さくなるよう該原動機を運転制御する原動機制御手段を備える請求項1記載の動力出力装置。

【請求項7】 出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動

機と、

駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、(a)前記駆動軸に出力する目標動力を設定し、(b)該設定された目標動力に基づいて前記出力軸の目標回転数を設定し、(c)該設定された目標回転数で前記出力軸が回転するよう前記第1の電動機および前記第2の電動機を駆動制御すると共に、(d)前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、ステップ(c)による前記第2の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで、所定の動力とステップ(c)により前記第2の電動機から出力すべき動力として清算された動力との和の動力が出力されるよう該第2の電動機を駆動制御する動力出力装置の制御方法。

【請求項8】 前記ステップ(d)に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、ステップ(c)による前記第1の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで略値のトルクが出力されるよう前記第1の電動機を駆動制御するステップを備える請求項7記載の動力出力装置の制御方法。

【請求項9】 前記ステップ(d)に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記原動機から出力される動力が徐々に小さくなるよう該原動機を運転制御するステップを備える請求項7記載の動力出力装置の制御方法。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、動力出力装置およびその制御方法に關し、詳しくは、駆動軸に動力を出力する動力出力装置およびその制御方法に關する。

【0002】

【従来の技術】 従来、原動機から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力する動力出力装置としては、流体を利用したトルクコンバータと変速機とを組み合わせてなるものが用いられていた。この装置におけるトルクコンバータは、原動機の出力軸と変速機に結合された回転軸との間に配直され、封入された流体の流動を介して両軸間の動力の伝達を行なう。このようなトルクコンバータでは、流体の流動により動力を伝達するため、両軸間に滑りが生じ、この滑りに応じたエネルギー損失が発生する。このエネルギー損失は、正確には、両軸の回転数差とその時に動力の出力軸に伝達されるトルクとの積で表わされ、熱として消費される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 したがって、こうした動力出力装置を動力源として搭載する車両では、両軸間

(3)

特開平10-248114

3

の滑りが大きくなるとき、例えば発進時や登り勾配を低速で走行するときなどのように大パワーが要求されるときには、トルクコンバータでのエネルギー損失が大きくなり、エネルギー効率が低いものとなるという問題があった。また、定常走行時であっても、トルクコンバータにおける動力の伝達効率は100パーセントにならないから、例えば、手動式のトランスミッションと較べて、その燃費は低くならざるを得ない。

【0004】本発明の動力出力装置は、上述の問題を解決し、原動機から出力される動力を高効率に駆動軸に出力する装置を提供することを目的の一つとする。

【0005】なお、出願人は、上述の問題に鑑み、流体を用いたトルクコンバータを用いるのではなく、原動機と3軸式動力入出力手段としてのプラネタリギヤと2つの電動機とバッテリとを備え、原動機から出力される動力やバッテリに蓄えられた電力をプラネタリギヤと2つの電動機によりエネルギー交換して所望の動力とし、これを駆動軸に出力するものを提案している（特開昭第50-30223号公報）。また、こうした原動機とプラネタリギヤと2つの電動機とバッテリとを備える動力出力装置において、所望の動力を駆動軸に安定して出力するために、プラネタリギヤのサンギヤやリングギヤ、プラネタリキャリアの3軸の回転数が所望の回転数となるようこれらの回転数に基づいて2つの電動機を駆動制御するものも提案している（特願平8-274112号）。

【0006】しかし、これらの提案には、原動機から出力する動力が小さいときなどに実行し得る原動機への燃料カット時の処理については記載していない。原動機から出力される動力の一部はプラネタリギヤを介して駆動軸に直接出力されるため、原動機への燃料をカットすると、原動機から出力される動力の急変に伴って原動機の出力軸の回転数も変化する。こうした出力軸の回転数の変化は、プラネタリギヤを介して2つの電動機の回転軸にも反映される。2つの電動機は、こうした回転数の変化を打ち消すようにフィードバック制御されるが、この電動機の制御に対して原動機から出力される動力の変化の方が早いため、駆動軸にトルクショックが生じてしまう。駆動軸に生じるトルクショックは、この他、2つの電動機のフィードバック制御が、例えばP/I制御の場合には積分項を有することによるものも考えられる。

【0007】そこで、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、原動機への燃料カットを行うことによりエネルギー効率をより高くすることを目的の一つとする。また、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、原動機への燃料カット時に駆動軸に生じ得るトルクショックを低減することを目的の一つとする。

【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採る。

4

た。

【0009】本発明の動力出力装置は、出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、前記駆動軸に出力する目標動力を設定する目標動力設定手段と、該設定された前記目標動力が前記駆動軸に出力されるよう前記原動機、前記第1の電動機および前記第2の電動機を駆動制御する駆動制御手段とを備え、前記駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、前記駆動制御手段は、前記目標動力に基づいて前記出力軸の目標回転数を設定する目標回転数設定手段と、該設定された目標回転数で前記出力軸が回転するよう前記第1の電動機および前記第2の電動機を駆動制御する電動機制御手段と、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記電動機制御手段による前記第2の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで、所定の動力と前記電動機制御手段により前記第2の電動機から出力すべき動力として演算される動力との和の動力が出力されるよう該第2の電動機を駆動制御する燃料停止時制御手段と、を備えることを要旨とする。

【0010】この本発明の動力出力装置は、第2の電動機により動力の入出力が行われる駆動軸と原動機の出力軸と第1の電動機により動力の入出力が行われる回転軸とに各々結合される3軸を有する3軸式動力入出力手段が、この3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する。駆動制御手段は、目標動力設定手段により設定された駆動軸に出力する目標動力が駆動軸に出力されるよう原動機、第1の電動機および第2の電動機を駆動制御する。駆動制御手段が備える電動機制御手段は、目標回転数設定手段により目標動力に基づいて設定された目標回転数で原動機の出力軸が回転するよう第1の電動機と第2の電動機を駆動制御し、燃料停止時制御手段は、原動機への燃料の停止指示がなされたとき、電動機制御手段による第2の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで、所定の動力と電動機制御手段により第2の電動機から出力すべき動力として演算される動力との和の動力が出力されるよう第2の電動機を駆動制御する。

【0011】こうした本発明の動力出力装置によれば、原動機への燃料の停止指示がなされたときには、所定のタイミングで、所定の動力と通常出力すべき動力との和の動力が第2の電動機から駆動軸に出力されるから、原動機への燃料カット時のトルクショックを小さくすることができる。ここで、所定のタイミングはトルクショックが生じるタイミングであり、所定の動力はトルクショ

(4)

特開平10-248114

5

ックを打ち消す方向の動力である。

【0012】この本発明の動力出力装置において、前記駆動制御手段は、前記出力軸の回転数に基づいて前記所定のタイミングを設定するタイミング設定手段を備えるものとしたり、前記駆動制御手段は、前記出力軸の回転数に基づいて前記所定の動力を設定する所定動力設定手段を備えるものとすることもできる。こうすれば、原動機の出力軸の回転数に応じて、より的確なタイミングで、より的確な動力によりトルクショックを打ち消すことができる。

【0013】本発明の動力出力装置では、前記燃料停止時制御手段に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記電動機制御手段による前記第1の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで略値0のトルクが出力されるよう該第1の電動機を駆動制御する手段を備えるものとすることもできる。この態様では、3輪式動力出力手段の3軸のうちの1軸に結合された回転軸をフリーにするから、原動機への燃料カット時のトルクショックをフリーにした回転軸に抜くことができ、駆動軸へのトルクショックを低減することができる。この態様では、前記駆動制御手段は、前記出力軸の回転数に基づいて前記所定のタイミングを設定するタイミング設定手段を備えるものとすることもできる。こうすれば、原動機の回転数に応じて、より的確なタイミングで回転軸をフリーにすることでき、トルクショックをより的確なタイミングで低減することができる。

【0014】また、本発明の動力出力装置では、前記燃料停止時制御手段に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記原動機から出力される動力が徐々に小さくなるよう該原動機を運転制御する原動機制御手段を備えるものとすることもできる。この態様によれば、電動機による制御に対して原動機から出力される動力の変化方が遅くなるから、駆動軸にトルクショックが生じるのを防止することができる。

【0015】本発明の動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3輪式動力入出力手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、(a)前記駆動軸に出力する目標動力を設定し、

(b)該設定された目標動力に基づいて前記出力軸の目標回転数を設定し、(c)該設定された目標回転数で前記出力軸が回転するよう前記第1の電動機および前記第2の電動機を駆動制御すると共に、(d)前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、ステップ(c)による前記第2の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで、所定の動力とステップ(c)により前記第2

6

の電動機から出力すべき動力として演算された動力との和の動力が出力されるよう該第2の電動機を駆動制御することを要旨とする。

【0016】本発明の動力出力装置によれば、原動機への燃料の停止指示がなされたときには、所定のタイミングで、所定の動力と通常出力すべき動力との和の動力が第2の電動機から駆動軸に出力されるから、原動機への燃料カット時のトルクショックを小さくすることができる。ここで、所定のタイミングはトルクショックが生じるタイミングであり、所定の動力はトルクショックを打ち消す方向の動力である。

【0017】本発明の動力出力装置の制御方法では、前記ステップ(d)に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、ステップ(c)による前記第1の電動機の駆動制御に拘わらず、所定のタイミングで略値0のトルクが出力されるよう前記第1の電動機を駆動制御するステップを備えるものとすることもできる。こうすれば、3輪式動力出力手段の3軸のうちの1軸に結合された回転軸をフリーにするから、原動機への燃料カット時のトルクショックをフリーにした回転軸に抜くことができ、駆動軸へのトルクショックを低減することができる。

【0018】また、本発明の動力出力装置の制御方法では、前記ステップ(d)に代えて、前記原動機への燃料の停止指示がなされたとき、前記原動機から出力される動力が徐々に小さくなるよう該原動機を運転制御するステップを備えるものとすることもできる。こうすれば、電動機による制御に対して原動機から出力される動力の変化方が遅くなるから、駆動軸にトルクショックが生じるのを防止することができる。

【0019】【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は実施例の動力出力装置110の部分拡大図、図3は実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0020】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ166を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクラクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162は、イグナイタ158からディストリビュータ160を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

(5)

7

【0021】このエンジン150の回転は、電子制御ユニット(以下、EFI ECUと呼ぶ)170により制御されている。EFI ECU170には、エンジン150の回転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度(ポジション)を検出するスロットルバルブポジションセンサ167、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられたクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、EFI ECU170には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタートスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0022】エンジン150のクランクシャフト156は、後述するプラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2を介して駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111に機械的に結合されており、この動力伝達ギヤ111はディファレンシャルギヤ114にギヤ結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電気的に接続されており、この制御装置180によって駆動制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したEFI ECU170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0023】図1に示すように、実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156にプラネタリキャリア124が機械的に結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動する制御装置180から構成されている。

【0024】プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図2により説明する。プラネタリギヤ120は、クランクシャフト156に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、クランクシャフト156と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されたサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリ

特開平10-248114

8

ピニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合された各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびクランクシャフト156の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0025】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が結合されている。この動力取出ギヤ128は、チューンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。

【0026】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転境界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸125には、その回転角度θsを検出するレゾルバ139が設けられている。

【0027】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転境界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸126には、その回転角度θrを検出するレゾルバ149が設けられている。

【0028】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリ194から構成さ

(6)

9

れている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFI ECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度θs、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度θr、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値Iu1、Iv2、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値Iu2、Iv2、バッテリ194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量Bmなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器199は、バッテリ194の電解液の比重またはバッテリ194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリの端子間を瞬間にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0029】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW2とが送出されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタTr1ないしTr6は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、モータMG1の三相コイル(UVW)34の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリ194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、三相コイル134の各コイルに流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134により、回転磁界が形成される。

【0030】他方、第2の駆動回路192の6個のトランジスタTr1ないしTr6も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路191と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータMG2の三相コイル144の各々に接続されている。したがって、制御CPU190により対を

特開平10-248114

10

なすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル144に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル144により、回転磁界が形成される。

【0031】以上構成を説明した実施例の動力出力装置110の動作について説明する。実施例の動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの関係を図4に示す。

【0032】プラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124（クランクシャフト156））における回転数やトルクの関係は、機械学の教えるところによれば、図5および図6に示す共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0033】図5における横軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、プラネタリキャリア124の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:αに内分する軸として定められる。ここで、αは、リングギヤ軸122の歯数に対するサンギヤ軸121の歯数の比であり、次式（1）で表わされる。

【0034】

【数1】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots \dots (1)$$

【0035】いま、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクランクシャフト156が結合されているプラネタリキャリア124の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式（次式50（2））により求めることができる。このようにプラネ

(7)

特開平10-248114

11

タリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリギヤリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0036】

【数2】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1+\rho}{\rho} \quad \cdots \cdots (2)$$

【0037】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをプラネタリギヤリア124の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作らせたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、平行な2つの異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(3)および(4)によって表わされる。

【0038】

【数3】

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \cdots \cdots (3)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1+\rho} \quad \cdots \cdots (4)$$

【0039】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルクTesと大きさが同じで向きが反対のトルクTm1を作らせ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に outputするトルクTrと同じ大きさで向きが反対のトルクとトルクTerとの合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルクTm2を作らせるのである。このトルクTm1はモータMG1により、トルクTm2はモータMG2により作らせることができる。このとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作させながら、モータMG1は発電機として動作することになり、トルクTm1と回転数Nsとの積で表わされる電気エネルギーPm1をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルクTm2と回転数Nrとの積で表わされる電気エネルギーPm2を助力としてリングギヤ軸126に outputする。

【0040】ここで、電気エネルギーPm1と電気エネルギーPm2とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して頭うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギーPeとリングギヤ軸126に outputされるエネルギーPrとを等しくすればよい。すなわち、トルクTeと回転数Neとの積で表わされるエネルギーPeと、

10

トルクTrと回転数Nrとの積で表わされるエネルギーPrとを等しくするのである。図4に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルクTeと回転数Neとで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルクTrと回転数Nrとで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動軸116, 118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動軸116, 118に伝達される動力とにはリニアな関係が成立するから、駆動軸116, 118に伝達される動力は、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0041】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数Nsは正であったが、エンジン150の回転数Neとリングギヤ軸126の回転数Nrとによっては、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このとき

20 には、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルクTm1と回転数Nsとの積で表わされる電気エネルギーPm1を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルクTm2と回転数Nrとの積で表わされる電気エネルギーPm2をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギーPm1とモータMG2で回生する電気エネルギーPm2とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギーPm1をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0042】以上、実施例の動力出力装置110における基本的なトルク変換について説明したが、実施例の動力出力装置110は、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力(トルクTeと回転数Neとの積)と、モータMG1により回生または消費される電気エネルギーPm1

30 と、モータMG2により消費または回生される電気エネルギーPm2とを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリ194を放電する動作をしたり、不足する電気エネルギーをバッテリ194に蓄えられた電力により補う動作など種々の動作とすることもできる。また、エンジン150への燃料をカットした状態でバッテリ194に蓄えられた電力を用いてモータMG2からリングギヤ軸126に動力を出力する動作とすることもできる。

【0043】なお、以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタTr1ないしTr16などによる動力の変換効率を1

40

50

(8)

特開平10-248114

13

(100%)として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギーPeをリングギヤ軸126に出力するエネルギーPrより若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギーPrをエンジン150から出力されるエネルギーPeより若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギーPeを、リングギヤ軸126に出力されるエネルギーPrに変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルクTrm2を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力を両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタTr1ないしTr16のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1(100%)として取り扱う。

【0044】次に、こうした実施例の動力出力装置110におけるトルク制御の実際について図7に示すトルク制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、運転者が運転の開始の指示、例えばイグニッションスイッチをオンとした後に、所定時間毎(例えば、100msec毎)に繰り返し実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、リングギヤ軸126の回転数Nrを読み込む処理を実行する(ステップS100)。リングギヤ軸126の回転数Nrはレギュレータ149により検出される回転角度θrから求めることができる。

【0045】続いて、アクセルペダルポジションセンサ164aによって検出されるアクセルペダルポジションAPを入力する処理を行なう(ステップS102)。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであるから、アクセルペダルポジションAPは運転者の欲している出力トルク(すなわち、駆動輪116、118に出力すべきトルク)に対応するものとなる。アクセルペダルポジションAPを読み込むと、読み込んだアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数Nrとにに基づいてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値Tr\*を導出する処理を行なう(ステップS104)。ここで、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械

14

的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出すれば、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出する結果となるからである。なお、実施例では、リングギヤ軸126の回転数NrとアクセルペダルポジションAPとトルク指令値Tr\*との関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、読み込まれたアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数NrとROM190bに記憶したマップとに基づいてトルク指令値Tr\*の値を導出するものとした。このマップの一例を図8に示す。

【0046】次に、導出したトルク指令値Tr\*とリングギヤ軸126の回転数Nrとから、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrを計算( $P_r = T_r * N_r$ )により求め(ステップS106)、求めたエネルギーPrを閾値Prrefと比較する(ステップS108)。ここで、閾値Prrefは、エンジン150から効率よく出力可能なエネルギーの最小値あるいはこれより若干大きな値に設定されるものであり、エンジン150の特性によって定められるものである。実施例では、閾値Prrefには、後述する図9の説明図に表示されるポイントAminでエンジン150が運転されたときにエンジン150から出力されるエネルギーを設定した。

【0047】リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrが閾値Prより大きいときには、燃料カットフラグFFCに値0を設定すると共に(ステップS110)、キャンセルトルクTrmcに値0を設定する(ステップS112)。ここで、燃料カットフラグFFCはエンジン150への燃料の供給を行なうか停止するかを判定するフラグであり、キャンセルトルクTrmcはエンジン150への燃料カット時にリングギヤ軸126に生じ得るトルクショックをキャンセルするために設定されるトルクである。ステップS112では、エンジン150への燃料カットは行なわれないから、キャンセルトルクTrmcには値0が設定される。

【0048】続いて、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrに基づいてエンジン150の目標回転数Ne\*と目標トルクTe\*とを設定する処理を行なう(ステップS114)。ここで、エンジン150から出力するエネルギーPeはそのトルクTeと回転数Nrとの積に等しいから、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrとエンジン150の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*との関係は $P_r = P_e = N_e * \times T_e$ となる。この関係を満足するエンジン150の目標トルクTe\*と目標回転数Ne\*との組み合せは無数に存在する。そこで、実施例では、実験などにより各エネルギーPrに対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギーPrの変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化する運転ポイントを目標トルクTe\*と目標回転数Ne\*との組み合せとし

(9)

15

て求め、これを予めROM190hにマップとして記憶しておき、エネルギーPeに対応する目標トルクTe\*と目標回転数Ne\*との組み合わせをこのマップから導出するものとした。このマップについて、更に説明する。

【0049】図9は、エンジン150の運転ポイントとエンジン150の効率との関係を示すグラフである。図中曲線Bはエンジン150の運転可能な領域の境界を示す。エンジン150の運転可能な領域には、その特性に応じて効率が同一の運転ポイントを示す曲線 $\alpha$ 1ないし $\alpha$ 6のような等効率線を描くことができる。また、エンジン150の運転可能な領域には、トルクTeと回転数Neとの積で表わされるエネルギーが一定の曲線。例えば曲線C1-C1ないしC3-C3を描くことができる。こうして描いたエネルギー一定の曲線C1-C1ないしC3-C3に沿って各運転ポイントの効率をエンジン150の回転数Neを横軸として表わすと図10のグラフのようになる。

【0050】図示するように、出力するエネルギーが同じでも、どの運転ポイントで運転するかによってエンジン150の効率は大きく異なる。例えばエネルギー一定の曲線C1-C1上では、エンジン150を運転ポイントA1(トルクTe1, 回転数Ne1)で運転することにより、その効率を最も高くすることができる。このような効率が最も高い運転ポイントは、出力エネルギー一定の曲線C2-C2およびC3-C3ではそれぞれ運転ポイントA2およびA3が相当するように、各エネルギー一定の曲線上に存在する。図9中の曲線Aは、これらのことに基づき各エネルギーPeに対してエンジン150の効率ができる限り高くなる運転ポイントを連続する線で結んだものである。実施例では、この曲線A上の各運転ポイント(トルクTe, 回転数Ne)とエネルギーPeとの関係をマップとしたものを用いてエンジン150の目標トルクTe\*と目標回転数Ne\*を設定した。

【0051】ここで、曲線Aを連続する曲線で結ぶのは、エネルギーPeの変化に対して不連続な曲線によりエンジン150の運転ポイントを定めると、エネルギーPeが不連続な運転ポイントを跨いで変化するときにエンジン150の運転状態が急変することになり、その変化的程度によっては、目標の運転状態にスムーズに移行できずノックングを生じたり停止してしまう場合があるからである。したがって、このように曲線Aを連続する曲線で結ぶと、曲線A上の各運転ポイントがエネルギー一定の曲線上で最も効率が高い運転ポイントとならない場合もある。なお、図9中、トルクTe minと回転数Ne minにより表わされる運転ポイントAminは、エン\*

特開平10-248114

16

\* ジン150から出力可能な最小エネルギーの運転ポイントであり、この運転ポイントで運転されたときにエンジン150から出力されるエネルギーPeの値が前述した固值Prefに一致する。

【0052】エンジン150の目標トルクTe\*と目標回転数Ne\*とを設定すると、制御CPU190は、上述した式(2)にエンジン150の回転数Neに代えてエンジン150の目標回転数Ne\*を代入することにより、サンギヤ軸125の目標回転数Ns\*を計算する(ステップS116)。そして、設定したエンジン150の目標回転数Ns\*や目標トルクTe\*, サンギヤ軸125の目標回転数Ns\*, 燃料カットフラグFFCなどを用いてモータMG1, モータMG2およびエンジン150の各制御を行なう(ステップS130ないしS134)。実施例では、図示の都台上、モータMG1, モータMG2およびエンジン150の各制御を別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は同時に平行にかつ総合的に行なわれる。例えば、制御CPU190が割り込み処理を利用して、モータMG1とモータMG2の制御を同時に平行して実行すると共に、通信により指示を受けたEFI ECU170によりエンジン150の制御も同時に実行されるのである。

【0053】モータMG1の制御(図7のステップS130)は、図11に例示するモータMG1の制御ルーチンによりなされる。このルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転数Nsを入力する処理を実行する(ステップS140)。ここで、サンギヤ軸125の回転数Nsは、レギュレータ139により検出されるサンギヤ軸125の回転角度θsにより求めることができる。次に、サンギヤ軸125の回転数Nsや目標回転数Ns\*, トルク指令値Tr\*などを用いて式(5)によりモータMG1のトルク指令値Tm1\*を算出して設定する(ステップS142)。ここで、式(5)中の右辺第1項は図5および図6の共線図における動作共線の釣り合いから求められ、右辺第2項は回転数Nsの目標回転数Ns\*に対する偏差を打ち消す比例項であり、右辺第3項は定常偏差をなくす積分項である。したがって、モータMG1のトルク指令値Tm1\*は、定常状態(回転数Nsの目標回転数Ns\*からの偏差が0のとき)では、動作共線の釣り合いから求められる右辺第1項のTr\* × pに等しく設定されることになる。なお、式(5)中のK1およびK2は、比例定数である。

【0054】

【数4】

$$Tm1^* \leftarrow Tr^* \times p + K1(Ns^* - Ns) + K2 \int (Ns^* - Ns) dt \quad \dots \dots (5)$$

【0055】続いて、サンギヤ軸125の回転角度θsをレギュレータ139から入力し(ステップS144)、モータMG1の電気角θ1をサンギヤ軸125の回転角度θsから求める処理を行なう(ステップS146)。実

モータMG1の電気角θ1をサンギヤ軸125の回転角度θsから求める処理を行なう(ステップS146)。実

(10)

特開平10-248114

17

施例では、モータMG1として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_1 = 4\theta_s$ を演算することになる。そして、電流検出器195、196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に流れている電流 $I_{u1}, I_{v1}$ を検出する処理を行なう（ステップS148）。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その終相はゼロなので、二つの相に流れている電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換（三相-二相変換）を行なう（ステップS150）。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式（6）を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸およびq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0056】

【数5】

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_1 - 120) & \sin\theta_1 \\ -\cos(\theta_1 - 120) & \cos\theta_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu1 \\ Iv1 \end{bmatrix} \quad \dots(6)$$

【0057】次に、2軸の電流値に変換した後、モータMG1におけるトルク指令値 $T_{m11*}$ から求められる各軸の電流指令値 $I_{d11*}, I_{q11*}$ と実際各軸に流れている電流 $I_{d1}, I_{q1}$ と偏差を求め、各軸の電圧指令値 $V_{d1}, V_{q1}$ を求める処理を行なう（ステップS152）。すなわち、まず以下の式（7）の演算を行ない、次に次式（8）の演算を行なうのである。ここで、 $K_{p1}, K_{p2}, K_{i1}, K_{i2}$ は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値 $V_{d1}, V_{q1}$ は、電流指令値 $I*$ との偏差 $\Delta I$ に比例する部分（式（8）右辺第1項）と偏差 $\Delta I$ の1回分の過去の累積分（右辺第2項）とから求められる。

【0058】

【数6】

$$\begin{aligned} \Delta Id1 &= Id1* - Id1 \\ \Delta Iq1 &= Iq1* - Iq1 \end{aligned} \quad \dots(7)$$

$$\begin{aligned} Vd1 &= K_{p1} \cdot \Delta Id1 + \sum K_{i1} \cdot \Delta Id1 \\ Vq1 &= K_{p2} \cdot \Delta Iq1 + \sum K_{i2} \cdot \Delta Iq1 \end{aligned} \quad \dots(8)$$

【0059】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS150で行なった変換の逆変換に相当する座標変換（二相-三相変換）を行ない、（ステップS154）、実際に三相コイル134に印加する電圧 $V_{u1}, V_{v1}, V_{w1}$ を求める処理を行なう。各電圧は、次式（9）により求める。

【0060】

【数7】

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \\ Vw1 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & -\sin\theta_1 \\ \cos(\theta_1 - 120) & -\sin(\theta_1 - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix}$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1 \quad \dots(9)$$

【0061】実際の電圧制御は、第1の駆動回路191 50

のトランジスタTr1ないしTr6のオンオフ時間によりなされるから、式（9）によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1ないしTr6のオン時間をPWM制御する（ステップS156）。

【0062】ここで、モータMG1のトルク指令値 $T_{m11*}$ の符号を図5や図6の共線図におけるトルク $T_{m11}$ の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値 $T_{m11*}$ が設定されても、図5の共線図の状態のようにトルク指令値 $T_{m11*}$ の作用する向きとサンギヤ軸125の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図6の共線図の状態のように同じ向きのときには力行制御がなされる。しかし、モータMG1の力行制御と回生制御は、トルク指令値 $T_{m11*}$ が正であれば、ロータ132の外周面に取り付けられた永久磁石135と三相コイル134に流れている電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸125に作用するよう第1の駆動回路191のトランジスタTr1ないしTr6を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値 $T_{m11*}$ の符号が同じであれば、モータMG1の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図11のモータMG1の制御ルーチンで回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値 $T_{m11*}$ が負のときには、ステップS144で読み込むサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ の変化の方向が逆になるだけであるから、このときの制御も図11のモータMG1の制御ルーチンにより行なうことができる。

【0063】次に、モータMG2の制御処理（図7のステップS132）について図12に例示するモータMG2の制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を読み込み（ステップS160）、読み込んだ回転数 $N_s$ に基づいて次式（10）によりサンギヤ軸125の回転速度の変化率である角加速度 $d\omega_s$ を計算する（ステップS162）。ここで、「前回 $N_s$ 」は、前回このルーチンが起動されたときにステップS160で入力されたサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ であり、 $\Delta t$ は本ルーチンの起動間隔時間 $\Delta t$ である。式（10）の右辺の分子の「 $2\pi$ 」は、サンギヤ軸125の角速度 $\omega_s$ と回転数 $N_s$ とが、 $\omega_s = 2\pi \times N_s [rad/sec]$ の関係にあることに基づく。なお、イグニッションスイッチがオンとされてから始めて本ルーチンが起動されたときには、本ルーチンが実行される前に実行される図示しない初期化ルーチンにより前回 $N_s$ には値が入力されるから、この値が用いられる。

【0064】

【数8】

(11)

特開平10-248114

$$19$$

$$d\omega_s \leftarrow \frac{\frac{2\pi}{60}(N_s - \text{前回}N_s)}{dt} \quad \dots \dots (10)$$

【0065】こうしてサンギヤ軸125の角加速度  $d\omega_s$  を求めると、この角加速度  $d\omega_s$  を用いて次式(11)によりモータMG2のトルク指令値  $T_{m2*}$  を設定する(ステップS164)。ここで、式(11)の右辺第2項中の「 $I_{me}$ 」は、ブランタリギヤ軸120を介して機械的に結合されたモータMG1とエンジン150とからなる慣性系のモータMG1からみたモータMG1とエンジン150の慣性モーメントである。よって、このモータMG1からみた慣性モーメント  $I_{me}$  にモータMG1のロータ132の角加速度  $d\omega_s$  を乗じたものは、慣性系によりサンギヤ軸125に作用するトルク(以下、慣性トルクという)となり、式(11)の右辺第2項の分子はサンギヤ軸125に作用するトルクの合力となる。したがって、これをギヤ比で割った第2項は、このトルクがブランタリギヤ軸120を介してリングギヤ軸126に作用するものとなる。なお、慣性トルクは慣性の法則により運動の変化の方向に対して逆向きに作用するから、エンジン150の運転ポイントを回転数  $N_e$  が大きな運転ポイントへ変更したときを考えると、慣性トルクは、回転数  $N_e$  の上昇を抑制する方向に作用することになり、リングギヤ軸126に作用するトルク  $T_{e1}$  の計算式では負の符号をもつことになる。もとより、エンジン150の運転ポイントを回転数  $N_e$  が小さな運転ポイントに変更するときには、慣性トルクは、回転数  $N_e$  の減少を抑制する方向に作用する。また、エンジン150が定常運転状態にあるときには、サンギヤ軸125の角加速度  $d\omega_s$  は値りとなるから、慣性トルクも値りとなる。式(11)の右辺第3項のキャンセルトルク  $T_{mc}$  は、上述したように、エンジン150への燃料カット時にリングギヤ軸126に生じ得るトルクシックをキャンセルするために設定されるトルクである。

【0066】

【数9】

$$T_{m2*} \leftarrow T_{e1} - \frac{Ime \times d\omega_s}{\rho} + T_{mc} \quad \dots \dots (11)$$

【0067】こうしてモータMG2のトルク指令値  $T_{m2*}$  を設定すると、レゾルバ149により検出されるリングギヤ軸126の回転角度  $\theta_r$  を読み込み(ステップS166)、読み込んだ回転角度  $\theta_r$  に基づいてモータMG2の電気角  $\theta_2$  を算出する(ステップS168)。実施例では、モータMG2も、モータMG1と同様に、4極対の同期電動機を用いたから、電気角  $\theta_2$  は、 $\theta_2 = 4\theta_r$  により算出される。そして、モータMG1の制御ルーチンにおけるステップS148ないしS156の処理と同様の処理を行なう。即ち、モータMG2の各相電流を電流検出器197、198を用いて検出し(ステップS170)、座標変換(ステップS172)および

(11)

20

電圧指令値  $V_{d2}$ 、 $V_{q2}$  の演算を行ない(ステップS174)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS176)を行なって、モータMG2の第2の駆動回路192のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS178)。

10

【0068】ここで、モータMG2もトルク指令値  $T_{m2*}$  の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図12のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値  $T_{m2*}$  の符号は、図5の共振回の状態のときのトルク  $T_m2$  の向きを正とした。

20

【0069】次に、エンジン150の制御(図7のステップS134)について説明する。エンジン150は、燃料カットフラグFFCが値1のときには、スロットルバルブ166の開度をそのままに燃料噴射弁151からの燃料噴射を停止すると共に点火プラグ162による火点火も停止する制御となり、燃料カットフラグFFCが値0のときには、目標回転数  $N_e*$  と目標トルク  $T_{e*}$  とによって表わされる運転ポイントで運転する制御となる。具体的には、EFI ECU170が、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やスロットルバルブ166の開度を増減して、エンジン150の出力トルクが目標トルク  $T_{e*}$  に、回転数が目標回転数  $N_e*$  になるよう調整するのである。なお、上述したように、エンジン150の回転数  $N_e$  はモータMG1によるサンギヤ軸125の回転数  $N_s$  の制御によって行なわれるから、エンジン150の制御では、エンジン150から目標トルク  $T_{e*}$  が输出されるようスロットルバルブ166の制御および吸入空気量に対する空燃比制御となる。

30

【0070】こうした制御を行なうことにより実施例の動力出力装置110では、効率よく運転されるエンジン150から出力される目標回転数  $N_e*$  と目標トルク  $T_{e*}$  で表わされる動力を、所要の動力、即ち回転数  $N_r$  とトルク指令値  $T_{r*}$  とで表わされる動力にトルク変換してリングギヤ軸126、延いては駆動輪116、118に出力することができる。

40

【0071】こうしたエンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に出力する処理が行なわれているときに、踏み込まれていたアクセルペダル164が解放されたり、あるいはアクセルペダル164の踏込量が小さな値となったときには、図7のトルク制御ルーチンでは、ステップS108でエネルギー  $P_r$  が閾値  $P_{ref}$  より小さいと判断する。このように判断されたときには、制御装置180の制御CPU190は、まず燃料カットフラグFFCが値0であるか否かを判定し(ステップS120)。燃料カットフラグFFCが値0のときには、燃料カットの開始と判断し燃料カッ

(12)

特開平10-248114

21

トフラグFFCに値1をセットすると共に(ステップS122)、カウンタCに値0をセットする(ステップS124)。一方、燃料カットフラグFFCが値1のときには、カウンタCをインクリメントする(ステップS126)。

【0072】そして、エンジン150の目標回転数Ne\*とカウンタCに基づいてキャンセルトルクTmcを設定する(ステップS128)。燃料カット時に生じ得るトルクショックは、燃料カットを行なう直前のエンジン150の回転数によって生じるタイミングとその大きさが異なる。これは、トルクショックが生じるまでの時間はエンジン150の吸入空気量に比例するからであり、その大きさは出力変化に比例するからである。即ち、エンジン150の回転数Neが大きいときには、早いタイミングで大きなトルクショックが生じ、回転数Neが小さいときには、遅いタイミングで小さなトルクショックが生じるのである。したがって、実施例では、エンジン150の回転数Neと燃料カット開始時からの経過時間とトルクの大きさとの関係を求めてマップとしてROM190bに記憶しておき、エンジン150の目標回転数Ne\*から回転数Neを指定すると共にカウンタCから燃料カット時からの経過時間を求め、これらとROM190bに記憶したマップとを用いてトルクショックの大きさを求め、これをキャンセルトルクTmcとして設定するものとした。

【0073】こうしてキャンセルトルクTmcを設定すると、上述したモータMG1、モータMG2およびエンジン150の制御を行なう(ステップS130ないしS134)。

【0074】燃料カットが行なわれる際のエンジン150のトルクTe、モータMG1のトルクTm1、モータMG2のトルクTm2およびリングギヤ軸126へ出力されるトルクTrの変化の様子の一例を図14に示す。図示するように、踏み込まれていたアクセルペダル164が解放されると、燃料カットフラグFFCに値1が設定されると共にカウンタCに値0が設定されてエンジン150への燃料がカットされる。このとき、エンジン150のトルクTeは、若干遅れて急減し、負の値となる。このとき、エンジン150は逆回される状態となる。エンジン150のトルクTeの変化は、プラネットギヤ120を介してサンギヤ軸125の回転数Nsの変化として現われるから、サンギヤ軸125を目標回転数Ns\*で回転させようとして制御されるモータMG1のトルクTm1が次第と変化する。こうしたモータMG1のトルクTm1の変化は、モータMG2のトルクTm2の変化として現われるから、モータMG2のトルクTm2も次第と変化する。なお、アクセルペダル164が解放されることにより、トルク指令値Tr\*は小さな値となり、このトルク指令値Tr\*によりモータMG2のトルク指令値Tm2\*が計算されることから、モータMG

2のトルクTm2は、アクセルペダル164が解放された直後に急減する。このように、モータMG1やモータMG2の変化は、エンジン150のトルクTeの変化に對してサンギヤ軸125の回転数Nsの変化によって変化するため遅いから、モータMG2のトルク指令値Trm2\*の設定にキャンセルトルクTmcを考慮しなければ、図中破線で示すように、リングギヤ軸126にトルクショックを生じることになる。しかし、実施例では、図13で示すような山形のトルクをこのタイミングでキャンセルトルクTmcとしてモータMG2のトルク指令値Trm2\*の設定に考慮するから、図中実線のトルク変化となり、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に生じ得るトルクショックをキャンセルすることができる。

【0075】以上説明した実施例の動力出力装置110によれば、エンジン150から出力するエネルギーPeが小さくエンジン150を効率のよく運転できないときには、エンジン150への燃料をカットするから、効率の悪い運転ポイントでエンジン150を運転することができず、燃費全体の効率を向上させることができる。しかも、こうした燃料カット時に、エンジン150の回転数Neに基づいて定まるタイミングで回転数Neにに基づいて求められる大きさの山形トルク(キャンセルトルクTmc)をモータMG2から出力してリングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に生じ得るトルクショックをキャンセルすることができる。したがって、車両の乗り心地をよくすることができる。

【0076】なお、実施例では、ROM190bに予め記憶させたマップによりキャンセルトルクTmcを設定するから、実際のトルクショックと若干のタイミングのずれが生じたり若干の大きさのずれが生じる場合もあるが、この場合でもトルクショックを低減することができ、車両の乗り心地を改善することができる。

【0077】次に本発明の第2の実施例の動力出力装置110Bについて説明する。第2実施例の動力出力装置110Bは、第1実施例の動力出力装置110と同一のハード構成をしている。したがって、第2実施例の動力出力装置110Bの構成のうち第1実施例の動力出力装置110の構成と同一の構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、明示しない限り第1実施例の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0078】第2実施例の動力出力装置110Bの制御装置180が実行するトルク制御は、図15に例示するトルク制御ルーチンを実行することにより行なわれる。このルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、第1実施例で説明した図7のトルク制御ルーチンのステップS100ないしステップS108の処理と同一の処理を行なう。即ち、リングギヤ軸126の回転数Nrを入力すると共にアクセルペダルボルク指令値Trm2\*を計算されることから、モータMG

50 シンクAPを入力し(ステップS200, S20

(13)

特開平10-248114

23

2) リングギヤ軸126のトルク指令値 $T_{r*}$ を導出して(ステップS204)、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ を計算し(ステップS206)、計算されたエネルギー $P_r$ を閾値 $P_{ref}$ と比較するのである(ステップS208)。

【0079】エネルギー $P_r$ が閾値 $P_{ref}$ 以上のときには、燃料カットフラグFFCに値0を設定すると共に(ステップS210)、カウンタCに値0をセットし(ステップS212)、第1実施例と同様の手法によりエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ と目標トルク $T_{e*}$ とを設定して(ステップS214)、サンギヤ軸125の目標回転数を式(2)を用いて計算する(ステップS216)。

【0080】一方、エネルギー $P_r$ が閾値 $P_{ref}$ 未満のときには、燃料カットフラグFFCが値0であるか否かを判定し(ステップS220)、燃料カットフラグFFCが値0と判断されたときには、燃料カットフラグFFCに値1を設定すると共に(ステップS222)、カウンタCに値0をセットし(ステップS224)、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ に基づいて閾値C1、C2を導出する(ステップS225)。この閾値C1、C2については後述する。ステップS220で燃料カットフラグFFCが値1と判断されたときには、カウンタCをインクリメントする(ステップS226)。

【0081】そして、設定した各値を用いてモータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御を行なう(ステップS230)。これらの制御のうち、モータMG2の制御は、キャンセルトルク $T_{mc}$ を値0としたときの図12のモータMG2の制御ルーチンと同一のルーチンによって行なわれ、エンジン150の制御は、第1実施例で説明した制御と同一である。したがって、モータMG2の制御とエンジン150の制御についての説明は、ここでは省略する。

【0082】モータMG1の制御は、図16に例示するモータMG1の制御ルーチンにより行なわれる。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、カウンタCが2つの閾値C1とC2との間にあるか否かを判定する(ステップS240)。カウンタCが2つの閾値C1とC2との間にないときには、図11のモータMG1の制御ルーチンのステップS140ないしS156と同一の処理であるステップS241ないしS256の処理を行ない、カウンタCが2つの閾値C1とC2との間にあるときには、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ に値0を設定してステップS244ないしS256の処理を行なう。ここで、2つの閾値C1とC2は、図15のトルク制御ルーチンのステップS225で設定されるものであり、エンジン150への燃料のカットを開始してからモータMG1のトルク $T_{m1}$ を値0とするタイミングと、元の制御に戻すタイミングとを設定するものである。このように燃料カットしてから

24

モータMG1のトルク $T_{m1}$ を値0とするのは、モータMG1をフリーにすることによりサンギヤ軸125をフリーとし、エンジン150の燃料カット時のトルク変動をサンギヤ軸125に解放し、リングギヤ軸126に出力されるのを防止するためである。

【0083】なほ、このモータMG1をフリーにするタイミングや元の制御に戻すタイミングは、エンジン150のトルク変動が吸入空気量に関係することから、実施例では、エンジン150の回転数 $N_e$ に関連つけて求めることとした。即ち、モータMG1をフリーにするタイミングは、早すぎるとエンジン150が吹け上がってサンギヤ軸125の回転数が大きくなり状態の変化を大きくして制御を困難なものとし、逆に遅すぎるとトルク変動がリングギヤ軸126に出力されてしまうから、エンジン150があまり吹け上がりないタイミングとし、モータMG1を元の制御に戻すタイミングは、エンジン150の若干の吹け上がりに伴って大きくなったりサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ が目標回転数 $N_{s*}$ に戻るタイミングとしてエンジン150の回転数 $N_e$ との関係を調べ、これをマップとしてROM190bに記憶し、目標回転数 $N_{e*}$ とこのマップとを用いて、モータMG1をフリーにするタイミングに相当するカウンタCの値を閾値C1として導出すると共に、モータMG1を元の制御に戻すタイミングに相当するカウンタCの値を閾値C2として導出するのである。

【0084】第2実施例の動力出力装置110において燃料カットが行なわれる際のエンジン150のトルク $T_e$ 、モータMG1のトルク $T_{m1}$ 、モータMG2のトルク $T_{m2}$ およびリングギヤ軸126へ出力されるトルク $T_r$ の変化の様子の一例を図17に示す。図示するように、モータMG1のトルク $T_{m1}$ は、暗み込まれていたアクセルペダル164が解放されてから目標回転数 $N_e$ \*から導出される閾値C1に相当するタイミングで値0とされ、閾値C2に相当するタイミングで元のサンギヤ軸125を目標回転数 $N_{s*}$ で回転させる制御によって求められる値にに戻される。この間に、エンジン150のトルク $T_e$ は急変するが、その変動は、サンギヤ軸125に解放されるから、リングギヤ軸126へは出力されない。なお、モータMG2のトルク $T_{m2}$ は、モータMG1のトルク変化とアクセルペダル164の暗込量に基づくトルク指令値 $T_{r*}$ の変化に伴って変化する。

【0085】以上説明したように第2実施例の動力出力装置110Bによれば、エンジン150への燃料カットが行なわれたときには、エンジン150の回転数 $N_e$ に基づいて定まるタイミングで回転数 $N_e$ に基づいて定まる時間の間モータMG1をフリーとしてサンギヤ軸125をフリーにすることにより、エンジン150の燃料カット時のトルク変動をサンギヤ軸125に解放し、リングギヤ軸126に出力されるのを防止することができる。この結果、車両の乗り心地を改善することができ

(14)

25

る。もとより、エンジン150から出力するエネルギーPeが小さくエンジン150を効率のよく運転できないときには、エンジン150への燃料をカットするから、効率の悪い運転ポイントでエンジン150を運転することなく、装置全体の効率を向上させることができる。

【0086】次に、本発明の第3の実施例の動力出力装置110Cについて説明する。第3実施例の動力出力装置110Cも第1実施例の動力出力装置110と同一のハード構成をしている。したがって、第3実施例の動力出力装置110Cの説明も省略する。なお、明示しない限り第1実施例の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0087】第3実施例の動力出力装置110Cの制御装置180が実行するトルク制御は、図18に例示するトルク制御ルーチンを実行することにより行なわれる。このルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、第1実施例で説明した図7のトルク制御ルーチンのステップS100ないしステップS108の処理と同一のステップS300ないしS308の処理を行なう。

【0088】ステップS308でエネルギーPeが閾値Pref以上のときには、燃料カットフラグFFCに値0を設定すると共に(ステップS310)、第1実施例と同様の手法によりエンジン150の目標回転数Ne\*と目標トルクTe\*とを設定し(ステップS314)、サンギヤ軸125の目標回転数を式(2)を用いて計算する(ステップS316)。

【0089】一方、エネルギーPeが閾値Pref未満のときには、燃料カットを行なうと判断し、制御装置180の制御CPU190は、まず、目標トルクTe\*から減少トルク△Teを減じたものを新たな目標トルクTe\*に設定する(ステップS320)。ここで、減少トルク△Teは、目標トルクTe\*を徐々に小さくしていくために用いられるものであり、トルク制御ルーチンを繰り返し実行する頻度などによって定められる。統いて、新たに設定した目標トルクTe\*を閾値Prefと比較し(ステップS322)、閾値Prefより小さいときには、燃料カットフラグFFCに値1を設定する(ステップS)。ここで、閾値Prefは、値0か値1より若干大きな値として設定されるものである。

【0090】そして、設定した各値を用いてモータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御を行なう(ステップS230)。ここで、モータMG1の制御は、第1実施例で説明した図12のモータMG1の制御ルーチンと同一のルーチンにより行なわれ、モータMG2の制御は、キャンセルトルクTmcを値0としたときの図12のモータMG2の制御ルーチンと同一のルーチンによって行なわれる。また、エンジン150の制御も第1実施例で説明した制御と同一の制御である。したがって、モータMG1、モータMG2およびエンジン150

特開平10-248114

26

の各制御についての説明は省略する。

【0091】第3実施例の動力出力装置110において燃料カットが行なわれる際のエンジン150のトルクTe、モータMG1のトルクTm1、モータMG2のトルクTm2およびリングギヤ軸126へ出力されるトルクTrの変化の様子の一例を図19に示す。図示するように、エンジン150のトルクTeは徐々に小さくなり、これに伴って、モータMG1のトルクTm1たモータMG2のトルクTm2も徐々に変化する。そして、エンジン150のトルクTeが閾値Pref未満になったときに燃料カットが行なわれる。このとき、トルクTeは小さな値だから燃料カットが行なわれてもリングギヤ軸126にはトルクショックは生じない。

【0092】以上説明したように第3実施例の動力出力装置110Cによれば、エンジン150への燃料をカットする際に、エンジン150のトルクTeを徐々に小さくし、トルクTeが小さな値になったときに燃料をカットすることにより、燃料カットにおけるトルク変動を小さなものとし、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118にトルクショックが生じるのを防止することができる。この結果、直面の乗り心地を改善することができる。もとより、エンジン150から出力するエネルギーPeが小さくエンジン150を効率のよく運転できないときには、エンジン150への燃料をカットするから、効率の悪い運転ポイントでエンジン150を運転することなく、装置全体の効率を向上させることができる。

【0093】上述した各実施例では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図20の変形例の動力出力装置110Dに示すように、リングギヤ軸126を延伸してケース119から取り出すものとしてもよい。また、図21の変形例の動力出力装置110Eに示すように、エンジン150側からプラネットギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配設してもよい。この場合、サンギヤ軸125Eは中空でなくてもよく、リングギヤ軸126Eは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Eに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0094】また、各実施例およびその変形例では、FR型あるいはFF型の2輪駆動の直面に適用するものとしたが、図22の変形例の動力出力装置110Fに示すように、4輪駆動の直面に適用するものとしてもよい。この構成では、リングギヤ軸126に結合していたモータMG2をリングギヤ軸126より分離して、車面の後輪部に独立して配置し、このモータMG2によって後輪部の駆動輪117、119を駆動する。一方、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ1

(15)

27

11を介してディファレンシャルギヤ114に結合され前輪部の駆動輪116、118を駆動する。このような構成の下においても、各実施例を実行することは可能である。

【0095】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【0096】例えば、上述した各実施例では、エンジン150としてガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンや、ジェットエンジンなど各種の内燃あるいは外燃機関を用いることもできる。

【0097】また、各実施例では、3軸式動力入出力手段としてプランタリギヤ120を用いたが、一方はサンギヤと他方はリングギヤとギヤ結合すると共に互いにギヤ結合しサンギヤの外周を自転しながら公転する2つ1組の複数組みのプランタリビニオンギヤを備えるダブルビニオンプランタリギヤを用いるものとしてもよい。この他、3軸式動力入出力手段として3軸のうちいずれか2軸に入出力される動力を決定すれば、この決定した動力に基づいて残余の1軸に入出力される動力を決定されるものであれば如何なる装置やギヤユニット等、例えば、ディファレンシャルギヤ等を用いることもできる。

【0098】さらに、各実施例では、モータMG1およびモータMG2にPM形(永久磁石形; Permanent Magnet type)同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR形

(可変リラクタンス形; Variable Reluctance type)同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0099】あるいは、各実施例では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT(絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ; Insulated Gate Bipolar mode Transistor)インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM(パルス幅変調; Pulse Width Modulation)インバータや、方形波インバータ(電圧形インバータ、電流形インバータ)や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0100】また、バッテリ194としては、Pbバッテリ、NiMHバッテリ、Li+バッテリなどを用いることができるが、バッテリ194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0101】以上の実施例では、動力出力装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

【図面の簡単な説明】

特開平10-248114

28

【図1】本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置110の部分拡大図である。

【図3】実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を示す構成図である。

【図4】実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】実施例におけるプランタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共根図である。

【図6】実施例におけるプランタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共根図である。

【図7】実施例の制御装置180により実行されるトルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図8】リングギヤ軸126の回転数N<sub>r</sub>とアクセルペダルポジションAPとトルク指令値T<sub>r</sub>\*との関係を示す説明図である。

【図9】エンジン150の運転ポイントと効率の関係を示すグラフである。

【図10】エネルギー一定の曲線に沿ったエンジン150の運転ポイントの効率とエンジン150の回転数N<sub>e</sub>との関係を示すグラフである。

【図11】実施例の制御装置180により実行されるモータMG1の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図12】実施例の制御装置180により実行されるモータMG2の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図13】エンジン150の回転数N<sub>e</sub>とカウンタCとキャンセルトルクT<sub>mc</sub>との関係を説明する説明図である。

【図14】燃料カットが行なわれる際のエンジン150のトルクT<sub>e</sub>、モータMG1のトルクT<sub>m1</sub>、モータMG2のトルクT<sub>m2</sub>およびリングギヤ軸126へ出力されるトルクT<sub>r</sub>の変化の様子を説明する説明図である。

【図15】第2実施例の制御装置180により実行されるトルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図16】第2実施例の制御装置180により実行されるモータMG1の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図17】第2実施例における燃料カットが行なわれる際のエンジン150のトルクT<sub>e</sub>、モータMG1のトルクT<sub>m1</sub>、モータMG2のトルクT<sub>m2</sub>およびリングギヤ軸126へ出力されるトルクT<sub>r</sub>の変化の様子を説明する説明図である。

【図18】第3実施例の制御装置180により実行されるトルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図19】第3実施例における燃料カットが行なわれる

(16)

特開平10-248114

29

30

際のエンジン150のトルク $T_e$ 、モータMG1のトルク $T_m1$ 、モータMG2のトルク $T_m2$ およびリングギヤ軸126へ出力されるトルク $T_r$ の変化の様子を説明する説明図である。

【図20】変形例の動力出力装置110Dの概略構成を例示する構成図である。

【図21】変形例の動力出力装置110Eの概略構成を例示する構成図である。

【図22】変形例の動力出力装置110Fの概略構成を例示する構成図である。

【符号の説明】

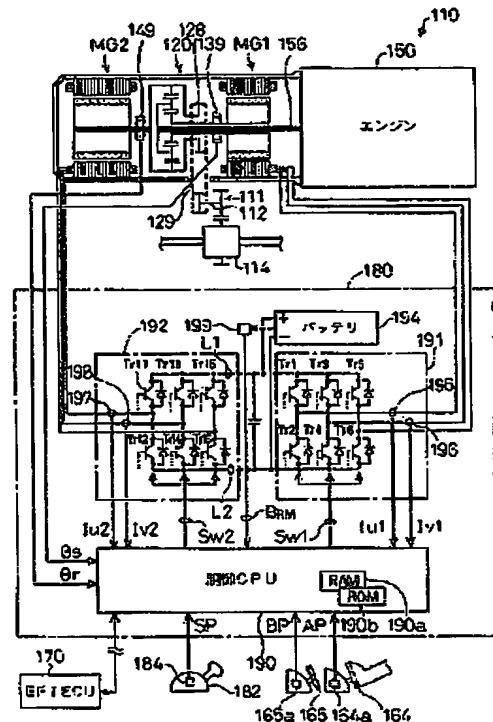
- 110…動力出力装置
- 110B～110F…動力出力装置
- 111…動力伝達ギヤ
- 112…駆動軸
- 114…ディファレンシャルギヤ
- 116, 118…駆動輪
- 117, 119…駆動輪
- 119…ケース
- 120…プラネタリギヤ
- 121…サンギヤ
- 122…リングギヤ
- 123…プラネタリビニオンギヤ
- 124…プラネタリキャリア
- 125…サンギヤ軸
- 126…リングギヤ軸
- 128…動力取出ギヤ
- 129…チェーンベルト
- 132…ロータ
- 133…ステータ
- 134…三相コイル
- 135…永久磁石
- 139…レギュレバ
- 142…ロータ
- 143…ステータ
- 144…コイル
- 144…三相コイル
- 145…永久磁石
- 149…レギュレバ

- 150…エンジン
- 151…燃料噴射弁
- 152…燃焼室
- 154…ピストン
- 156…クランクシャフト
- 158…イグナイタ
- 160…ディストリビュータ
- 162…点火プラグ
- 164…アクセルペダル
- 164a…アクセルペダルポジションセンサ
- 165…ブレーキペダル
- 165a…ブレーキペダルポジションセンサ
- 166…スロットルバルブ
- 167…スロットルバルブポジションセンサ
- 168…アクチュエータ
- 170…EFI ECU
- 172…吸気管負圧センサ
- 174…水温センサ
- 176…回転数センサ
- 178…回転角度センサ
- 179…スタータスイッチ
- 180…制御装置
- 182…シフトレバー
- 184…シフトポジションセンサ
- 190…制御CPU
- 190a…RAM
- 190b…ROM
- 191…第1の駆動回路
- 192…第2の駆動回路
- 194…バッテリ
- 195, 196…電流検出器
- 197, 198…電流検出器
- 199…残容量検出器
- L1, L2…電源ライン
- MG1…モータ
- MG2…モータ
- Tr1～Tr6…トランジスタ
- Tr11～Tr16…トランジスタ

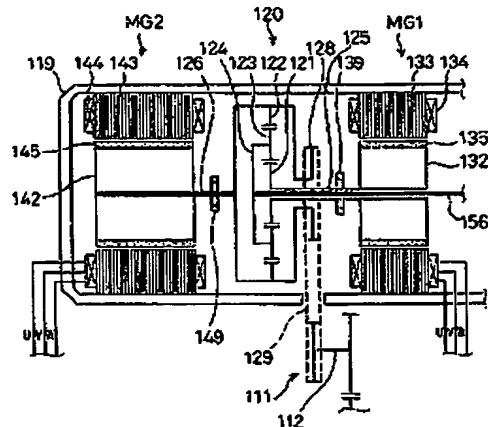
(17)

特開平10-248114

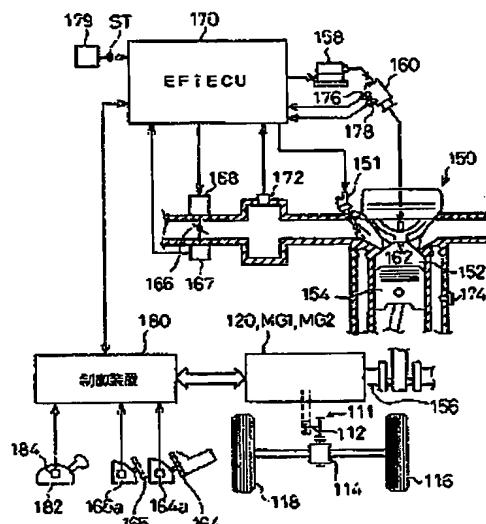
[图1]



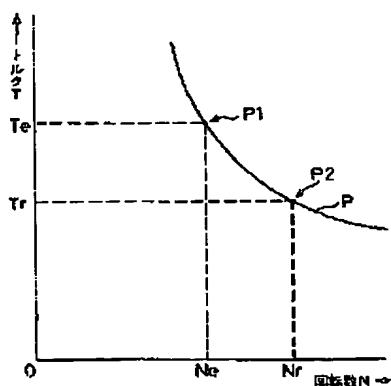
【图2】



【 3】



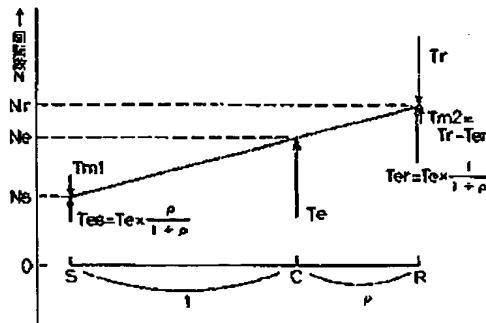
[图4]



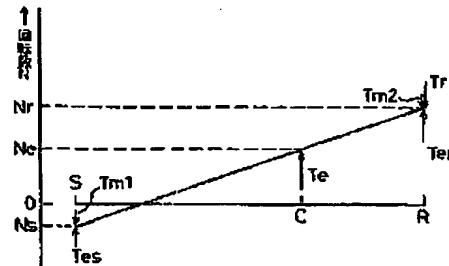
(18)

特開平10-248114

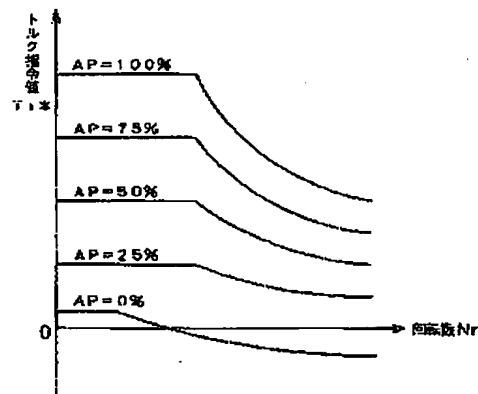
【図5】



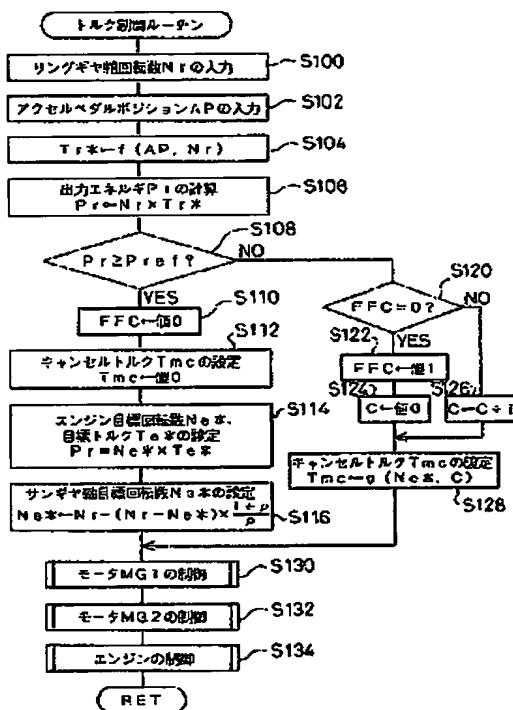
【図6】



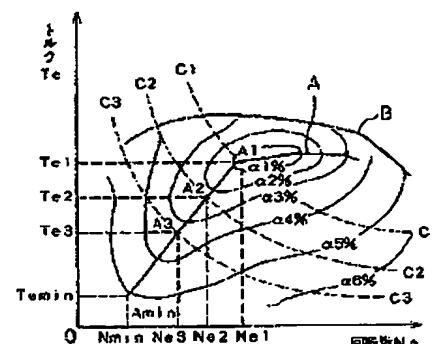
【図8】



【図7】



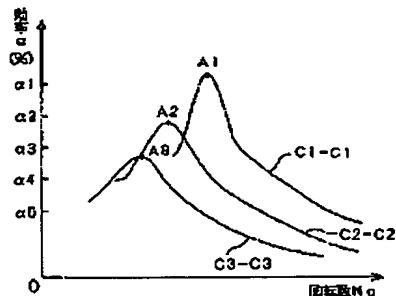
【図9】



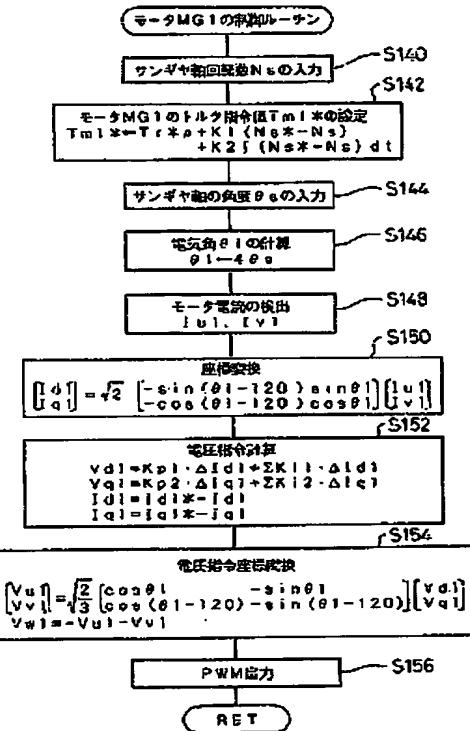
(19)

特開平10-248114

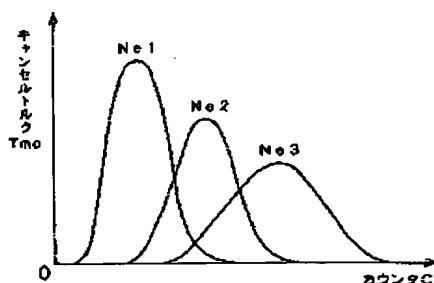
【図10】



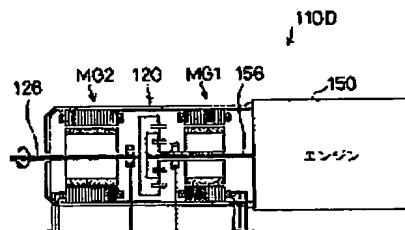
【図11】



【図13】



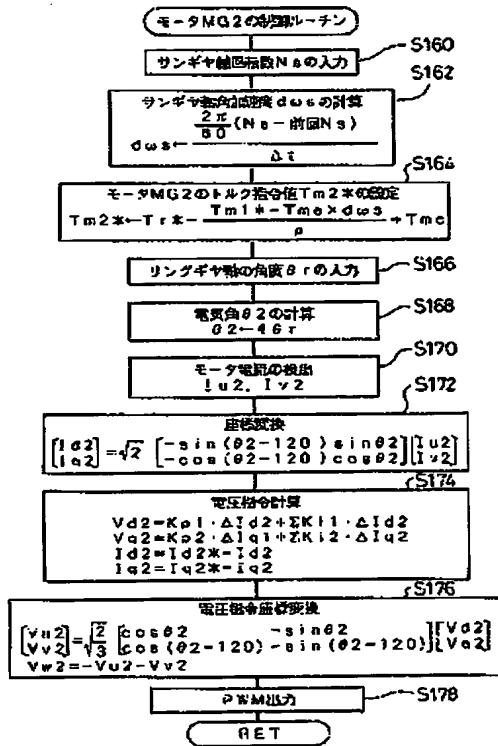
【図20】



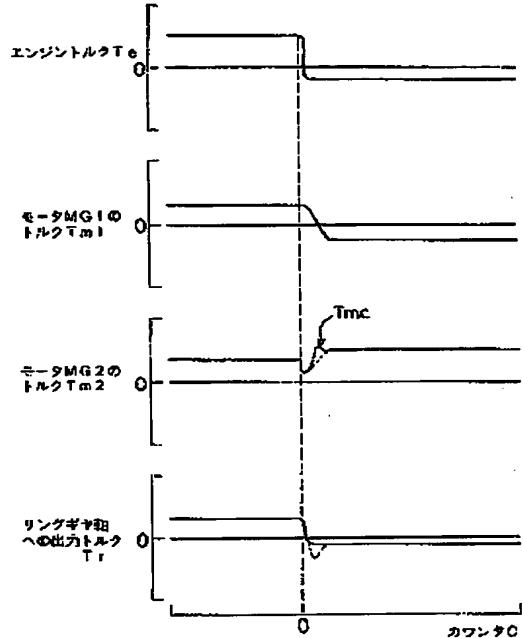
(20)

特開平10-248114

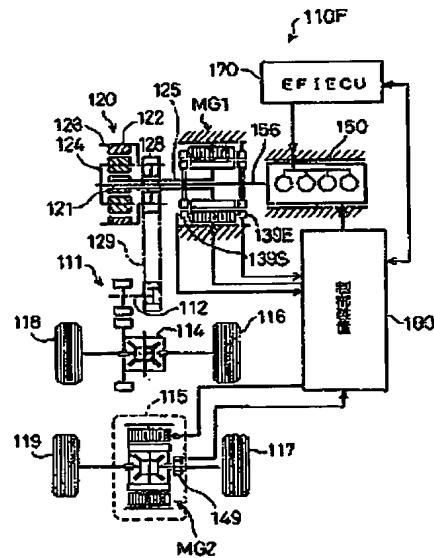
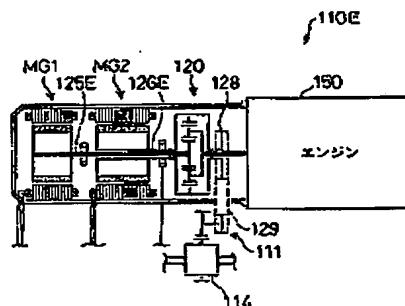
〔図12〕



[図14]



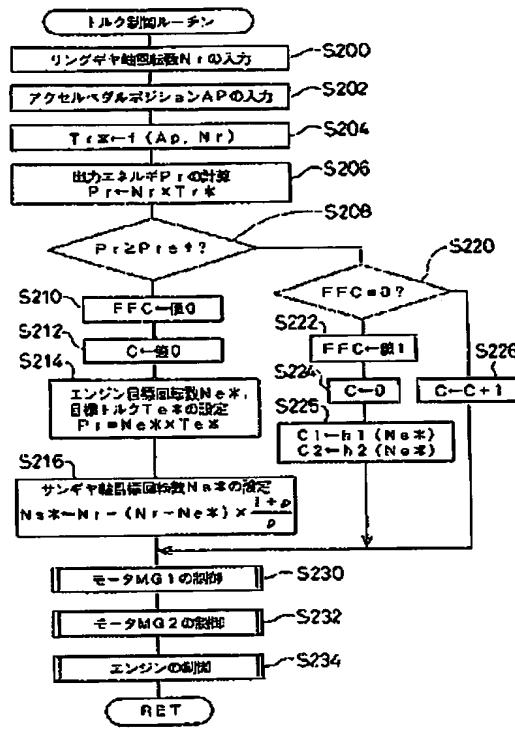
[图21]



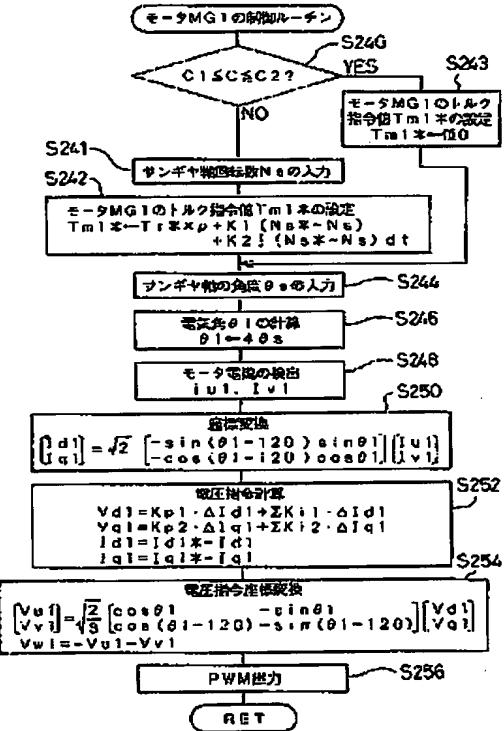
(21)

特開平10-248114

【図15】



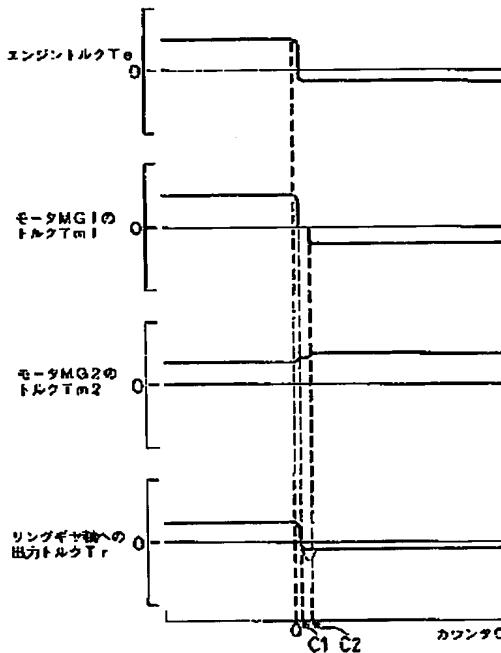
【図16】



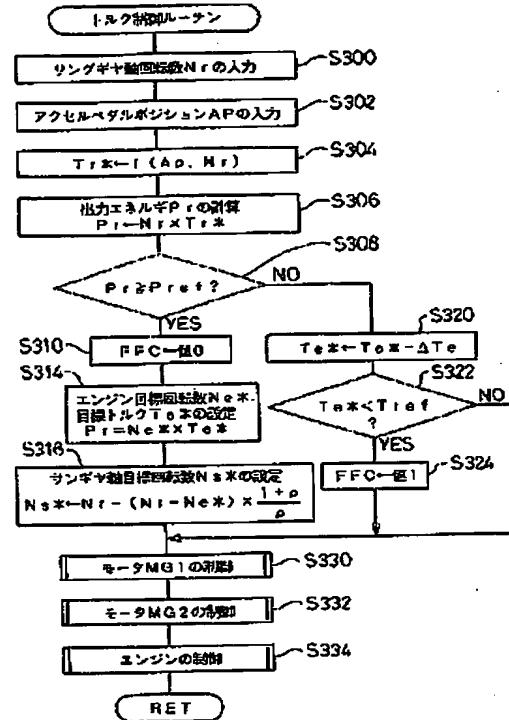
(22)

特開平10-248114

[図17]



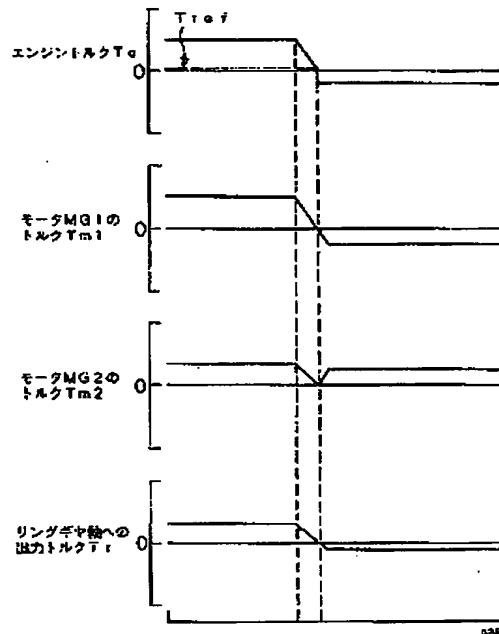
[図18]



(23)

特開平10-248114

【図19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
B 60 L 11/08  
F 02 D 29/02

識別記号

F I  
B 60 K 9/00

Z